

RICARDO BRAUER VIGODERIS

**SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE AVIÁRIOS E SEUS EFEITOS NO CONFORTO  
TÉRMICO AMBIENTAL, QUALIDADE DO AR E PERFORMANCE ANIMAL, EM  
CONDIÇÕES DE INVERNO, NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

RICARDO BRAUER VIGODERIS

**SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE AVIÁRIOS E SEUS EFEITOS NO  
CONFORTO TÉRMICO AMBIENTAL, QUALIDADE DO AR E  
PERFORMANCE ANIMAL, EM CONDIÇÕES DE INVERNO, NA REGIÃO  
SUL DO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 14 de março de 2006.

Prof. Jadir Nogueira da Silva  
(Conselheiro)

Prof. Richard S. Gates

Dr. Ideraldo Luiz Lima

Prof. Fernando da Costa Baêta

Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco  
(Orientadora)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, nosso pai maior, que a cada dia nos oferece novas oportunidades de reconhecimento de nossos erros e restauração de nossas faltas, em busca da felicidade suprema.

À meu pai, Gilberto Vigoderis, em qualquer plano de luz que esteja. À minha mãe, Geraldina Gomes Brauer Vigoderis, que há tempos vêm se dedicando ao compromisso laborioso de ajuda no crescimento de seus filhos. Aos meus irmãos, Tatiana Brauer Vigoderis e Carlos Henrique Saldanha da Gama Junior, pelo apoio e demonstrações de amor fraterno.

À Jalmir Pinheiro de Souza Junior, cujo apoio incondicional tornou possível a conclusão dessa importante etapa da minha vida.

Aos amigos, que participam de nossa vida como verdadeiros colegas de aula, na escola da vida.

À comissão orientadora, principalmente a Prof<sup>a</sup>. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, cujo empenho tornou possível a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

À Perdigão Agroindustrial S.A., cujo apoio técnico e disponibilidade das granjas viabilizou a execução deste trabalho.

Aos mestres que, em todos os níveis, são os maiores responsáveis pelo nosso crescimento intelectual, desde os queridos professores do primário, dos Ensinos Fundamental e Médio, e finalmente os da Universidade Federal de Viçosa, que tanto contribuíram para minha formação profissional.

À vida, que nos oferece a maior e melhor escola de nossas existências, formando-nos na disciplina do amor verdadeiro.

## CONTEÚDO

RESUMO .....	v
ABSTRACT .....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1. Fatores ambientais ligados a problemas de bem-estar animal.....	9
2.1.1 Temperatura.....	9
2.2. Qualidade do ar .....	10
2.2.1. Umidade relativa do ar e Umidade de cama .....	11
2.2.2. Gases e contaminantes Aéreos .....	12
2.2.3. Dióxido de carbono .....	14
2.2.4. Amônia .....	16
2.2.4.3 Manejo e características da cama x Produção de amônia .....	20
2.2.5. Monóxido de Carbono (CO) .....	21
2.2.5.1 Limites de exposição para humanos e animais.....	21
2.3. Qualidade de cama.....	22
2.3.1. Turnover de água e umidade de cama.....	23
2.4. Consumo de água .....	23
2.5. Sistemas de aquecimento.....	24
2.5.1. Aquecedores a lenha .....	24
2.5.2. Aquecedores elétricos.....	25
2.5.3. Aquecedores a gás (Campânulas) .....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
3.1 Características dos galpões.....	28
3.2 Sistemas de Aquecimento .....	31
3.2 Variáveis ambientais.....	33
3.3 Qualidade do ar .....	34
3.4 Desempenho dos animais .....	34
3.5 Umidade e pH da cama .....	35
3.6 Consumo de combustível .....	35
3.7 Comparação entre as temperaturas do pinteiro e da ante-sala .....	35
3.8 Delineamento Estatístico .....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
4.1 Temperatura ambiental.....	37
4.1.1 Primeira semana de vida das aves .....	37
4.1.2 Segunda semana de vida das aves .....	40
4.1.3 Terceira semana de vida das aves.....	43
4.1.4 Quarta semana de vida das aves.....	47
4.2 Umidade relativa do ar.....	50
4.2.1 Primeira semana de vida das aves .....	50
4.2.2 Segunda semana de vida das aves .....	52
4.2.3 Terceira semana de vida das aves.....	55
4.2.4 Quarta semana de vida dos animais .....	58
4.3 Comparação entre os sistemas quanto a capacidade de atender a temperatura pré-definida.....	61
4.4 Gases gerados nos diferentes ambientes de criação .....	64

4.4.1 Relação Gases – dias críticos X Temperatura .....	68
4.5 Desempenho animal.....	88
4.5.1 Consumo médio de água .....	92
4.6 Comparação entre as temperaturas do pinteiro e da ante-sala .....	93
4.7 Consumo de combustível, peso final total e análise simples de custos..	94
4.8 Umidade e Ph da cama .....	95
4.9 Manejo dos sistemas avaliados no teste .....	96
4.9.1 Tambor de aquecimento .....	96
4.9.2 Forno a lenha com aquecimento indireto do ar .....	97
4.9.3 Campânulas .....	98
5. CONCLUSÕES.....	99
6. BIBLIOGRAFIA.....	100

## RESUMO

VIGODERIS, Ricardo Brauer, Universidade Federal de Viçosa, março de 2006.

**Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil.** Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Conselheiros: Jadir Nogueira da Silva, Cecília de Fátima Souza e Paulo Roberto Cecon.

As aves de corte, em sua fase inicial, são bastante sensíveis às baixas temperaturas, as quais podem comprometer negativamente seu desenvolvimento, levando a enormes prejuízos financeiros, especialmente em condições de invernos rigorosos. Com isso, o grande desafio inicial em nível de Brasil, na produção avícola, consiste no diagnóstico da situação dos aviários brasileiros, especialmente nas regiões de invernos mais intensos, quanto à renovação e qualidade do ar, ambiente térmico e conseqüente desempenho das aves sob diferentes sistemas de aquecimento. Adicionalmente, o tipo de instalação avícola brasileiro, concebido e construído sem isolamento térmico satisfatório, leva a elevado gasto energético na promoção do aquecimento do ambiente sendo que, na maioria das vezes, não se consegue atingir plenamente o conforto térmico necessário as aves. A solução térmica tecnicamente econômica para essa questão ainda não foi encontrada para as condições do clima e alojamento avícola brasileiros, o que justifica a constante preocupação em se intensificar as investigações neste tema. Diante do exposto, o objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar a eficiência de sistemas de aquecimento de pinteiros mais comuns em galpões avícolas na região sul do país, com base no conforto térmico ambiente, qualidade e condições psicrométricas do ar, bem como a influência desses fatores no desempenho produtivo dos animais. Adicionalmente buscou-se propor adequações técnicas e de manejo, visando a otimização dos indicativos produtivos e econômicos. A presente pesquisa foi desenvolvida em três propriedades avícolas comerciais integradas da Indústria Perdigão, em núcleos com três galpões similares, equipadas com um sistema de aquecimento diferenciado em cada um deles, os quais foram utilizados para a criação de 18.500 fêmeas leves da linhagem Cobb, com peso médio de abate de até 1,450 kg, por galpão, durante dois ciclos produtivos completos, no município de Videira, estado de Santa Catarina, durante o inverno de 2004. Foram avaliados três sistemas de aquecimento: campânulas infravermelhas a gás (C), fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar (FI) e tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas infravermelhas a gás (T). Foram utilizados 9 galpões avícolas similares em três propriedades avícolas

comerciais integradas da Indústria Perdigão. Os galpões possuíam 100 m de comprimento e 12 m de largura, com forro de poliuretano posicionado a 3 m de altura a partir do piso, sendo que os eixos longitudinais foram orientados no sentido leste-oeste. A cobertura era composta com telhas de barro, com inclinação de 30% e beiral de 0,50m. Os fechamentos laterais eram compostos de mureta de alvenaria de 0,30 m de altura e cortinas de lona de cor amarela. Foram tomadas continuamente, em três pontos medianos de cada instalação, ao nível das aves (de 10 a 30 cm, acompanhando o crescimento dos animais), as seguintes variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco e umidade relativa. As medições foram realizadas com o uso de *dataloggers* de leitura contínua em intervalos de 15 minutos, durante todo o período experimental, que foi de dois ciclos produtivos completos para fêmeas leves. Foram obtidas duas medições diárias de concentrações instantâneas de amônia, monóxido de carbono e dióxido de carbono, em ppm, ao nível das aves. As medições foram realizadas em horários matutino e vespertino, nas três granjas, durante todo o período experimental. Foram utilizados para se avaliar o desempenho semanal dos animais os índices zootécnicos mais comuns: ganho de Peso (GP), consumo de ração (CR), conversão Alimentar (CA), consumo de água e o fator de produção. Para se avaliar a qualidade da cama, foram analisadas o teor de umidade e o pH da mesma, além do consumos dos combustíveis pelo sistemas de aquecimento. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Nas condições de realização deste experimento e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que os três sistemas de aquecimento do ar estudados comportaram-se de forma diferenciada em relação a quantidade de energia produzida e conseqüente eficiência para o aquecimento de aviários, tendo os melhores resultados ocorrido para o sistema conjugado de tambores de aquecimento + campânulas a gás, seguido pelos sistemas fornalha e campânulas, nesta ordem. Nenhum dos sistemas de aquecimento avaliados foi capaz de garantir que as aves estivessem em condições de conforto térmico durante todo o período do dia. Nenhum dos três sistemas de aquecimento elevou os valores de concentrações médias de CO, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> presentes no ar a níveis que oferecessem perigo as aves de corte, contudo, em alguns dias considerados críticos, as concentrações instantâneas de CO e NH<sub>3</sub> atingiram valores acima do recomendado para o tempo de exposição de quinze minutos (ST). O sistema de fornalha foi o de menor custo seguido pelos sistemas tambor + campânulas e o sistema campânulas a gás, nesta ordem. Os resultados médios de desempenho apresentados pelas aves em todos os sistemas estudados, embora variados entre si, indicam condições de bem-estar.

## ABSTRACT

VIGODERIS, Ricardo Brauer, Universidade Federal de Viçosa, March of 2006.  
**Heating Systems of poultry facilities and their effects in the environmental thermal comfort, air quality and animal performance, in winter conditions, in the south area of the Brazil.** Adviser: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Committee members: Jadir Nogueira da Silva, Cecília de Fátima Souza and Paulo Roberto Cecon.

The broilers, in its initial phase, are quite sensitive to the low temperatures, which can commit its development negatively, taking to enormous financial damages, especially in conditions of rigorous winters. With that, the great challenge initial in level of Brazil, in the poultry production, consists of the diagnosis of the situation of the Brazilian facilities, especially in the areas of more intense winters, as for the renewal and quality of the air, thermal environment and performance of the birds under different heating systems. Additionally, the Brazilian poultry Facilities type, designed and built without satisfactory thermal isolation, it takes to high energy expense in the promotion of the heating of the environment and, most of the time, it doesn't reach the full thermal comfort the birds. The economical thermal solution for that subject it still was not found for the conditions of the climate and Brazilian poultry activities, what justifies the constant concern in intensifying the investigations in this theme. With this, the general aim of this research was to evaluate the heating systems efficiency more common used in poultry facilities in the south area of the country, with base in the environment thermal comfort, air quality and psychrometric conditions of the air, as well as the influence of those factors in the animals performance. Additionally it was looked for to propose technical adaptations and of handling, seeking the optimization of the productive and economical indicatives. To present research was developed in three commercial farms integrated of the Perdigão Company, each one had three similar hangars, equipped with three different heating system each one, which were used for the production of 18.500 females Cobb, with medium weight up to 1,450 kg, for hangar, during two complete productive cycles, in the Videira City, Santa Catarina State, during the winter of 2004. Three heating systems were evaluated: infrared light bulbs (C), furnace with indirect air heating (FI) and a radiant experimental system with supplemental heating of infrared light bulbs (T). The nine similar facilities used in the experiment possessed 100 m of length and 12 m of width, with lining placed 3 m of height starting from the floor, and the facilities longitudinal axes were guided at the east-west direction. The roof was composed with clay tiles, with 30% inclination and 0,50m edge. The lateral closings were composed of walls of 0,30 m of height and

curtains of yellow color. Were taken continually, in three medium points of each installation, at the level of the birds (from 10 to 30 cm, accompanying the growth of the animals), the following environmental variables: temperature of dry bulb and relative humidity. The measurements were accomplished with the use of dataloggers of continuous reading in intervals of 15 minutes, during the whole experimental period, that it was of two complete productive cycles for females. Were obtained two daily measurements of instantaneous concentrations of ammonia, carbon monoxide and carbon dioxide, in ppm, at the level of the birds. The measurements were accomplished in morning and evening schedules, in the three farms, during the whole experimental period. Were used to evaluate the animals performance the more common indexes: Weight Gain (GP), Feed consumption (CR), Feed conversion (CA), water consumption and the factor production. To evaluate the bed quality were analyzed the humidity and the pH of the bed, and also the fuels consumptions for the heating systems. The data were analyzed through variance analysis and of regression. For the qualitative factor (treatments), the averages were compared being used the Tukey test being used the level of 5% of probability. In the conditions of accomplishment of this experiment and for the obtained results, it can be concluded that the three heating systems of the air studied behaved in different way in relation to amount of produced energy and consequent heating efficiency for the inside the facilities. The best results was found for the conjugated system radiant experimental system + infrared light bulbs, following for the systems furnace and infrared light bulbs, in this order. None of the appraised heating systems was capable to keep the birds in thermal comfort conditions during the whole period of the day. None of the three heating systems elevated the values of medium concentrations of CO, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> presents in the air at levels that offered danger for the birds, however, in some days considered critical, the instantaneous concentrations of CO and NH<sub>3</sub> reached values above recommended for the short times exposure. The furnace system present the lowest cost follows by radiant experimental system + infrared light bulbs and the infrared light bulbs system, in this order. The average results of animal performance by the birds shown in all studied systems, although varied amongst themselves, indicate well-being conditions.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a evolução nos sistemas de criação intensiva de animais inicialmente priorizaram o arrefecimento térmico, especialmente no verão. Nesta linha, algumas universidades e centros de pesquisa brasileiros evoluíram muito nas investigações de aclimatização ambiental para as condições de calor, a ponto de colocar o país como talvez aquele que detenha hoje o maior número de informações relativas a acondicionamento térmico de instalações animais em climas tropicais.

Contudo, comparativamente ao volume de investigações sobre o acondicionamento de verão, ainda é pequeno o número de investigações acerca do acondicionamento térmico de inverno e da fase inicial da vida da ave para as condições arquitetônicas e construtivas dos galpões brasileiros.

As aves de corte, em sua fase inicial, são bastante sensíveis às baixas temperaturas, as quais podem comprometer negativamente seu desenvolvimento, levando a enormes prejuízos financeiros, especialmente em condições de invernos rigorosos.

Adicionalmente, o tipo de instalação avícola brasileiro, concebido e construído sem isolamento térmico satisfatório, leva a elevado gasto energético na promoção do aquecimento do ambiente sendo que, na maioria das vezes, não se consegue atingir plenamente o conforto térmico necessário as aves.

A solução térmica tecnicamente econômica para essa questão ainda não foi encontrada para as condições do clima e alojamento avícola brasileiros, o que justifica a constante preocupação em se intensificar as investigações neste tema.

Os sistemas tradicionais de aquecimento das granjas comerciais, geralmente compostos por campânulas a gás e fornalhas, têm se mostrado ineficientes para o aquecimento satisfatórios de pinteiros (principalmente na região sul do Brasil), resultando em temperaturas abaixo das faixas de conforto das aves.

Por esta razão, tem-se experimentado sistemas alternativos, conjugando-se ou não dois ou mais sistemas de aquecimento, procurando sempre uma vedação mais intensiva dos pinteiros, objetivando-se maior aproveitamento da energia proveniente dos sistemas de aquecimento. Essa maior vedação, da forma como vem sendo realizada, contudo, muitas vezes impede uma renovação do ar satisfatória, podendo comprometer a qualidade do mesmo, com prejuízos consideráveis ao desenvolvimento das aves nas suas fases inicial e subseqüentes.

Baseado no exposto entende-se que o grande desafio inicial em nível de Brasil, consiste no diagnóstico da situação dos aviários brasileiros, especialmente nas regiões de invernos mais intensos, quanto à renovação e qualidade do ar, ambiente

térmico e conseqüente desempenho das aves sob diferentes sistemas de aquecimento.

A partir desses resultados é importante definir questões relativas a projetos mais eficientes de aquecimento ambiental sem comprometimento da qualidade do ar e sem desperdício de energia. Esta eficiência deve ser avaliada com base na uniformidade, desempenho produtivo e custo de produção dos lotes de aves produzidos.

Simultaneamente ao ganho econômico, entende-se que ações neste sentido, estabelecendo-se parcerias universidade-setor produtivo, corresponderão a uma atitude ética e socialmente desejável do ponto de vista da gestão ambiental quanto a emissão de gases, conservação de energia e preservação do meio ambiente.

Diante do exposto, o objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar a eficiência de sistemas de aquecimento de pinteiros mais comuns em galpões avícolas na região sul do país, com base no conforto térmico ambiente, qualidade e condições psicrométricas do ar, bem como a influência desses fatores no desempenho produtivo dos animais. Adicionalmente buscou-se propor adequações técnicas e de manejo, visando a otimização dos indicativos produtivos e econômicos.

Como objetivos específicos este trabalho visou:

- Avaliar o conforto térmico ambiente das aves, fornecido pelos sistemas campânulas a gás, fornalha a lenha com queima indireta do ar e o sistema conjugado campânulas + tambores de aquecimento, com base nos valores de temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar;
- Avaliar a eficiência de aquecimento de cada sistema;
- Avaliar as concentrações de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  e  $\text{CO}$  e sua influência nos índices produtivos;
- Avaliar Ph e umidade da cama;
- Avaliar o desempenho dos animais utilizando como índices zootécnicos o peso de abate, conversão alimentar, mortalidade, fator de produção e consumo de água;
- Avaliar os consumos de combustível de cada sistema,
- Propor adequações técnicas e de manejo, visando melhorar os sistemas de aquecimento avaliados, quanto à eficiência no aquecimento, consumo de combustível e a concentração de gases poluentes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Fatores ambientais ligados a problemas de bem-estar animal

#### 2.1.1 Temperatura

A energia calorífica é adicionada ao ar de uma instalação a partir da produção metabólica das aves, luzes e motores, telhados e paredes (dependendo do isolamento), e a partir da fermentação das excretas; o fornecimento suplementar de calor para as aves contudo, é essencial nas fases iniciais da vida, quando existe risco de estresse por frio.

Ligado a isso, todos os animais homeotérmicos necessitam manter a temperatura corporal constante preservando o balanço dinâmico entre o metabolismo de produção de calor e de perda de calor para o ambiente. Na ave de corte, a produção de calor é afetada positivamente pelo peso corporal, idade, consumo de ração, qualidade da ração, nível de atividade e etc. Características da ave que afetam a perda de calor incluem cobertura de penas, tamanho de barbeta e outras partes expostas do corpo e postura do animal. O calor é perdido por convecção, condução, radiação e evaporação. Entre os fatores que tem maior influência na termoregulação estão incluídos características da instalação, isolamento, sistemas de ventilação, temperatura e umidade relativa do ar, e densidade de alojamento (ABREU 1998).

A tabela 1 a seguir, adaptada de vários autores, mostra as faixas de temperatura ambiente consideradas confortáveis para as aves, para cada faixa etária.

**Tabela 1** - Faixas de temperatura de conforto para aves de corte em diferentes idades, segundo alguns autores.

Idade	Faixas de temperatura confortáveis
1 semana	34 - 32
2 semana	32 - 28
3 semana	28 - 26
4 semana	26 - 24
5 semana	18 - 24
6 semana	18 - 23
7 semana	15 - 23

Adaptado de FREEMAN, 1965 e JURKSCHAT et al., 1989; FREEMAN, 1963; MISSON, 1976; JURKSCHAT et al., 1989; AVILA, 2004; MACARI, FURLAN e GONZALES, 2002

## 2.2. Qualidade do ar

O novo conceito de ambiente interno, em instalações para abrigo de animais, leva em conta não somente as condições termodinâmicas da edificação (trocas térmicas secas e úmidas, calor sensível e latente) e a velocidade do ar, mas também a interação destas com dados de poeira em suspensão e gases produzidos pelos dejetos. De outra forma, poder-se-ia definir o ambiente interno ideal, como aquele que permite, com equilíbrio e harmonia entre tipologia, termodinâmica e velocidade de ar, uma qualidade de ar com condições ótimas de salubridade para os trabalhadores e iguais condições para os animais alojados (NÄÄS, 2004).

Para RONCHI (2004), além da temperatura, a qualidade do ar deve ser monitorada uma vez que um índice tem relação direta com o outro e também devido à sua grande importância do ar para o bom desenvolvimento das aves.

O ambiente interno onde os frangos estão inseridos é composto por fatores físicos químicos e biológicos, que incluem o ambiente aéreo (qualidade do ar), luz e componentes construtivos. A qualidade do ar é constituída por variáveis como gases, poeira e microorganismos. Estes componentes, poluindo o ar nas instalações animais, são considerados como sendo os principais fatores de risco para doenças respiratórias nas criações animais (VERSTEEGEN et al. 1994), HARTUNG, (1994a).

Os contaminantes do ar são originados das aves, ração, cama e, em pequena parte, dos contaminantes que entram na instalação animal juntamente com ar externo. A poluição do ar depende fortemente da densidade, idade dos animais, qualidade e manejo de cama assim como da atividade dos animais. A composição da ração e a taxa de ventilação são outros fatores que interagem com os demais afetando a qualidade do ar (AVILA, 2004).

Em períodos frios é necessário evitar perda de calor para fora do aviário; portanto, o controle das aberturas é de fundamental importância. Por outro lado, a ventilação apresenta função importante, principalmente por razões higiênicas, para evitar concentrações de gases indesejáveis dentro do aviário (AVILA, 2004).

Qualidade do ar ruim afeta a saúde e o bem estar dos animais e dos tratadores, e constitui um risco para a poluição do meio ambiente (HARTUNG, 1998). Os contaminantes podem carregar patógenos específicos, ou alterar a virulência de outros patógenos, e eles podem afetar o crescimento das aves (WATHES, 1998). Somando a isso, alguns contaminantes podem também afetar a microflora respiratória, podendo algumas vezes induzir a incidência de doenças respiratórias (WATHES, 1998).

Segundo CURTIS (1983), o sistema respiratório dos animais está em contínuo contato com o ar, o qual freqüentemente possui diversos poluentes em várias combinações e concentrações. Os poluentes aéreos podem exercer efeitos tanto

indiretos quanto diretos nos animais. Os efeitos indiretos através de doenças continuam sendo os mais importantes, mas a homeocinese pode estar mais diretamente ligada à qualidade do ar ambiente do que é considerado atualmente. O trato respiratório é o primeiro alvo dos poluentes aéreos e alguns efeitos nos resultados produtivos resultam indiretamente desse sistema. Além disso, certos fatores que atingem o sangue dos animais podem afetar diretamente seu metabolismo, funções e saúde e, conseqüentemente, nas exigências nutricionais e performance.

### **2.2.1. Umidade relativa do ar e Umidade de cama**

A umidade relativa do galpão é função da temperatura ambiente, do fluxo de vapor de água que entra no galpão pelo sistema de ventilação e da quantidade de vapor de água proveniente dos frangos e da cama. Segundo BAIÃO (1995), o valor de umidade relativa do ar não pode ultrapassar 80%, de forma a não prejudicar a perda de calor das aves por via evaporativa.

Camas com umidade acima de 35% tornam-se emplastradas, acarretando situação de desconforto às aves, afetando seu desempenho zootécnico e diminuindo a resistência às doenças. A cama deve ser manejada de forma que sua umidade fica entre 20 e 30% (ALMEIDA, 1986).

Segundo AGROCERES (1997), a umidade relativa deve permanecer em torno de 50-70%, condição apropriada para manter uma boa qualidade de cama sem que se torne muito seca ou empaspada. Durante os 10 primeiros dias de cria, a umidade relativa deve permanecer em torno de 65-70%, o que ajudará a prevenir a desidratação das mucosas dos pintos, bem como reduzir os riscos de doenças cardíaca e pulmonar no futuro.

Se a umidade relativa do ar ambiente for muito baixa (abaixo de 30%), existe uma alta produção de poeira e um aumento do número de microorganismos em suspensão juntamente com material particulado, o que pode aumentar a susceptibilidade a doenças respiratórias, principalmente entre a primeira e da segunda semana de vida dos pintinhos (BAIÃO, 1995).

Em situações práticas, a alta umidade numa instalação avícola pode ser um problema no inverno quando a taxa de ventilação é reduzida para se manter a temperatura. Em altas densidades e com animais relativamente pesados, a umidade relativa pode atingir valores superiores a 80%. Reciprocamente, no verão, podem ocorrer sérios problemas de aumento de mortalidade caso a temperatura esteja muito alta e o sistema de ventilação não esteja sendo suficiente. Neste caso, após um

pequeno tempo a umidade relativa pode chegar a 90% ou mais, o que pode levar os animais a morrerem por hipertermia e/ou hipoxia, (NORTH, 1972).

## **2.2.2. Gases e contaminantes Aéreos**

O ambiente de criação animal pode ser avaliado sob diferentes enfoques. Um deles enfoca a qualidade do ar disponível nas proximidades dos animais e a avaliação dos poluentes presentes que podem ser inalados e, eventualmente, causar danos à saúde humana e animal; e o outro, a termodinâmica existente entre a ave e o ambiente que a circunda (NÄÄS et al., 2004).

Os poluentes do ar podem ser classificados em pó, emanações, fumaça, neblina, orvalho, vapores e gases, e carrear materiais biológicos, tais como pólen, pêlos e microorganismos, de uma forma geral (TORREIRA, s.d.).

Gases são substâncias que existem no estado de vapor numa faixa normal de temperatura. Podem atingir o trato respiratório até um nível considerável. Muitos são absorvidos pelas mucosas, então sua concentração no ar inspirado diminui ao chegar aos pulmões, dependendo da sua relativa solubilidade em água. Se um gás é relativamente solúvel, mais será absorvido no trato respiratório superior. A profundidade de penetração de gases e vapores não necessariamente afeta a absorção total, mas pode afetar o caminho no qual o gás se difunde dentro dos capilares sanguíneos. No trato respiratório superior ocorre mais facilmente a difusão, e substâncias que chegam aos alvéolos são mais facilmente absorvidas pelos capilares. Muito do que é absorvido pela mucosa no trato superior freqüentemente é engolido. A relação entre a profundidade de deposição e o destino do material depositado é mais importante para partículas insolúveis (CURTIS, 1983).

### **2.2.2.1. Características físicas de alguns gases**

As concentrações de gases são freqüentemente expressas em partes por milhão, em volume, cuja abreviatura é ppm. Uma parte por milhão representa um volume de poluente por milhões de partes de ar poluído. Algumas vezes as concentrações são expressas em peso de gás por unidade de volume, por exemplo, como microgramas por metro cúbico. Em condições padrão de 25°C e 760 mm Hg de pressão atmosférica, a concentração expressa dessa forma é igual a:  $[(\text{ppm}) 24.500] / (\text{peso molecular do gás})$  (ALBRIGHT, 1990).

O ar normalmente é composto por 78,09% de nitrogênio, 20,95% de oxigênio, 0,93% de argônio, e 0,03% (ou 300 ppm) de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estes quatro gases, portanto, constituem aproximadamente 99,99% do ar seco normal. Estes estão

presentes numa mesma relativa proporção até mesmo quando o ar contém vapor d'água, que geralmente está presente numa concentração de 1 a 3% (umidade absoluta). Os mais importantes gases lançados pelas fezes e/ou cama são amônia, dióxido de carbono, metano e sulfito de hidrogênio (CURTIS, 1983).

A densidade do ar seco a 0°C e 760 mm Hg é de 1,29 gramas por litro. A densidade do dióxido de carbono ( $1,98 \text{ g.L}^{-1}$ ) e do gás sulfídrico ( $1,54 \text{ g.L}^{-1}$ ) que são mais densos que o ar, enquanto metano ( $0,72 \text{ g.L}^{-1}$ ) e amônia ( $0,77 \text{ g.L}^{-1}$ ) são mais leves. Apesar dessas diferenças, as concentrações de amônia, dióxido de carbono e sulfito de hidrogênio numa instalação para animais no qual existe movimentação de ar é mais ou menos uniforme do piso até o forro ou telhado. A exceção é para o metano, que pode se acumular no telhado ou forro, e pode se tornar perigoso, já que em concentrações entre 50.000 e 150.000 ppm este gás é explosivo (CURTIS, 1983).

Ainda pelo mesmo autor, a amônia, dióxido de carbono e gás sulfídrico são solúveis em água, enquanto metano é relativamente insolúvel. Conseqüentemente, a presença de amônia aérea, por exemplo, é menor em dejetos líquidos do que em dejetos sólidos (cama), especialmente quando o pH é baixo (ácido).

#### **2.2.2.2. Efeitos nos animais**

Gases no ar podem ter efeitos primários e secundários nos animais. Os primários afetam os tecidos, agindo diretamente sobre o trato respiratório, pele e olhos, que são expostos diretamente no ambiente. Os efeitos secundários se referem a reações sistêmicas após o gás ter sido absorvido pelos vasos sanguíneos (CURTIS, 1983).

O nitrogênio no resíduo animal pode ser convertido em amônia pela combinação de mineralização, hidrólise, e volatilização (OENEMA et al., 2001). Tanto a amônia e o sulfito de hidrogênio são importantes intoxicantes. A amônia é um irritante primário, e pode ocasionar efeitos metabólicos secundários como envenenamento. O sulfito de hidrogênio causa principalmente envenenamento. Enquanto dióxido de carbono possui efeitos secundários metabólicos e respiratórios, assim como o metano é um simples asfixiante, e a presença de altos níveis desses gases reduz o conteúdo de oxigênio para níveis necessários para dar suporte a vida (CURTIS, 1983).

#### **2.2.2.3. Dose de exposição efetiva**

A dose de exposição efetiva da maioria dos gases poluentes é calculada como a concentração média do poluente pelo tempo de exposição. É importante lembrar isto quando a concentração de gases poluentes em instalações animais é comparada com

limites de exposição para ocupação em ambientes industriais. Trabalhadores ocupam esses ambientes apenas 48 horas semanais em média, enquanto os animais ocupam ambientes contaminados o tempo inteiro (CURTIS, 1983).

### **2.2.3. Dióxido de carbono**

O CO<sub>2</sub> é um gás sem odor presente normalmente na atmosfera numa concentração próxima a 300 ppm (NI, 1998), e sua concentração pode ser aumentada no ambiente da instalação em ambientes mal ventilados, pois este gás é principalmente proveniente da respiração dos animais e de aquecedores onde ocorre combustão. Pode ser liberado também pela decomposição das excretas. A quantidade produzida é proporcional a produção de calor do animal (1 litro de CO<sub>2</sub> para cada 24,6 kJ do total de calor produzido; ALBRIGHT, 1990). Isso corresponde aproximadamente a 1,5 litros/hora/kg de animal (LE MÉNEC, 1987).

Geralmente em condições comerciais, o CO<sub>2</sub> não atinge concentrações perigosas se uma taxa de ventilação mínima é ajustada para a remoção do excesso de umidade, uma vez que a taxa de ventilação ajustada para remoção do excesso de umidade é suficiente para a remoção do CO<sub>2</sub> produzido pela cama e pelos animais. A acumulação apenas ocorre quando quantidades adicionais são produzidas por sistemas de aquecimento direto (quando os gases resultantes permanecem dentro da instalação) e quando a taxa de ventilação operada é extremamente baixa.

Alguns autores demonstraram que quando o nível de CO<sub>2</sub> foi experimentalmente aumentado para níveis superiores a 1,2% (em vários estudos se aumentou para mais que 17%), efeitos negativos foram registrados em pintos e frangos como ofegação, anóxia, redução do consumo de ração e redução do crescimento (WILSON e EDWARD, 1950; HELBACKA et al., 1963; ROMIJN e LOCKHORST, 1964; REECE e LOTT, 1980). De acordo com (NADER et al 2002) gás carbônico é um gás presente na atmosfera, sem cheiro, e quando a concentração ultrapassa 5.000 ppm causa nos animais aumento no ritmo respiratório e respirações mais profundas. Em concentração de 40.000 ppm pode ocasionar ansiedade, seguida de vertigem, coma e morte.

Para instalações avícolas, WATHES (1999) recomenda o limite de 3.000 ppm para dióxido de carbono como o máximo para exposição contínua dos animais nas instalações, valor também recomendado por NADER (2002).

## Limites de exposição humanos

O *Nacional Institute for Occupational Safety and Health*, recomenda os limites de 5.000 ppm para TWA<sup>1</sup> e 30.000 ppm para STEL<sup>2</sup>. No Brasil, a legislação pertinente ao trabalho com gases está regulamentada pela NR-15. Esta norma descreve que nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância para o homem do CO<sub>2</sub> em 3.900 ppm. A Tabela 2 mostra limites de exposição para vários países (NIOSH, 2004).

Tabela 2- Valores limites de exposição ocupacionais para diversos países

País	Padrão adotado	
	TWA <sup>1</sup> (ppm)	STEL <sup>2</sup> (ppm)
Austrália	5.000	30.000, Jan 1993
Áustria	5.000, Jan 1999	
Bélgica	5.000	30.000, Jan 1993
Dinamarca	5.000, Jan 1999	
Finlândia	5.000, Jan 1999	
Japão	5.000, Jan 1999	
Normandia	5.000, Jan 1999	
Filipinas	5.000, Jan 1999	
Holanda	5.000, Jan 1999	
Polônia	9.000	27.000, Jan 1999
Rússia	5.000, Jan 1993	
Suécia	5.000	10.000, Jan 1999
Suíça	5.000, Jan 1999	
Tailândia	5.000, Jan 1993	
Turquia	5.000, Jan 1993	
Reino Unido	5.000	15.000, Set 2000
Argentina, Bulgária, Colômbia, Jordânia, Coréia	5.000	
Nova Zelândia, Cingapura, Vietnã	5.000	
Brasil	3.900	

FONTE (NIOSH, 2004) & NADER (2002)

<sup>1</sup> Limites de Exposição à Concentração Média Diária por 8 horas de trabalho, 40 horas semanais, a menos que especificados como valor teto.

<sup>2</sup> Limite de Exposição para Períodos Curtos, que é uma média ponderada para 15 minutos, a qual não deverá ser excedida a qualquer tempo, durante o período de trabalho.

#### **2.2.4. Amônia**

A amônia é o poluente tóxico mais frequentemente encontrado em altas concentrações, especialmente onde os dejetos se decompõem em pisos sólidos. (CARLILE, 1984). Pode ser detectado por humanos a partir de uma concentração de 10 ppm ou até menor. Sendo menos denso que o ar, se movimenta com muita facilidade pela instalação. A amônia é um estressor crônico. Enquanto sua concentração geralmente permanece a 30 ppm até com baixa ventilação, esta pode atingir valores de até 50 ppm ou muito maiores no nível dos animais durante as operações, como por exemplo, de manejo da cama dentro das instalações (CURTIS, 1983).

Os níveis de amônia são afetados por um grande número de fatores, como temperatura, taxa de ventilação, densidade, qualidade da cama, e decomposição da ração (HOMIDAN et al., 1998).

Em relação ao tipo de ração, Ferguson et al (1998) detectou que a redução de proteína bruta e lisina na dieta, e suplementação com aminoácidos, reduziram significativamente os níveis de amônia. Aproximadamente 18% da quantidade de nitrogênio da ração é lançado na atmosfera como amônia (PATTERSON et al., 1998).

A amônia aérea irrita membranas mucosas dos olhos e do aparelho respiratório. Conseqüentemente, sintomas comuns de intoxicação por amônia são a lacrimação, dificuldade de respiração e fabricação excessiva de muco, podendo também ocorrer a letargia.

Já foram documentados vários efeitos prejudiciais para o bem estar de frangos de corte quando as concentrações são altas. Por exemplo, TERZICH et al. (1998) detectou a ocorrência de ascite aparentemente relacionada aos níveis de amônia. Alguns autores como CASTELLÓ (1993) mostram que, em geral, a incidência de doenças respiratórias aumenta com o aumento dos níveis de amônia, e REECE et al. (1980) detectaram um decréscimo da taxa de crescimento com o os níveis de amônia acima de 50 ppm.

Os sinais e lesões da intoxicação por amônia variam de acordo com a idade da ave, o grau de exposição e concentração do gás. Com 20 ppm durante 42 dias, aves apresentaram edema e hemorragias pulmonares. Frangos de corte mostraram diminuição de 7 a 24% na freqüência respiratória em níveis de 100 ppm. Entre 50 e 100 ppm foram observados: queda na produção, aumento da secreção lacrimal, traqueite catarral, queratoconjuntivite e fotofobia (CAFÉ e ANDRADE, 2001).

Altos níveis são geralmente ocorrem nos estágios mais avançados do crescimento dos frangos de corte. Os efeitos da amônia são bastante ligados ao tempo de exposição. Três dias de exposição a 30 ppm mostram aumento de

problemas respiratórios (LE MÉNEC, 1987). Deve-se lembrar que todos os efeitos demonstrados para altas concentrações são provavelmente detectadas para concentrações muitas menores para tempos de exposição maiores. WATHER (1998) recomenda um nível máximo de amônia de 20 ppm nas instalações.

Diante do exposto, pode-se afirmar que altas concentrações de amônia dentro das instalações para animais representam um risco potencial a saúde de humanos e animais (REECE et al., 1980; CARR et al., 1990; CROOK et al., 1991; WHEELER et al., 2000<sup>a</sup>)

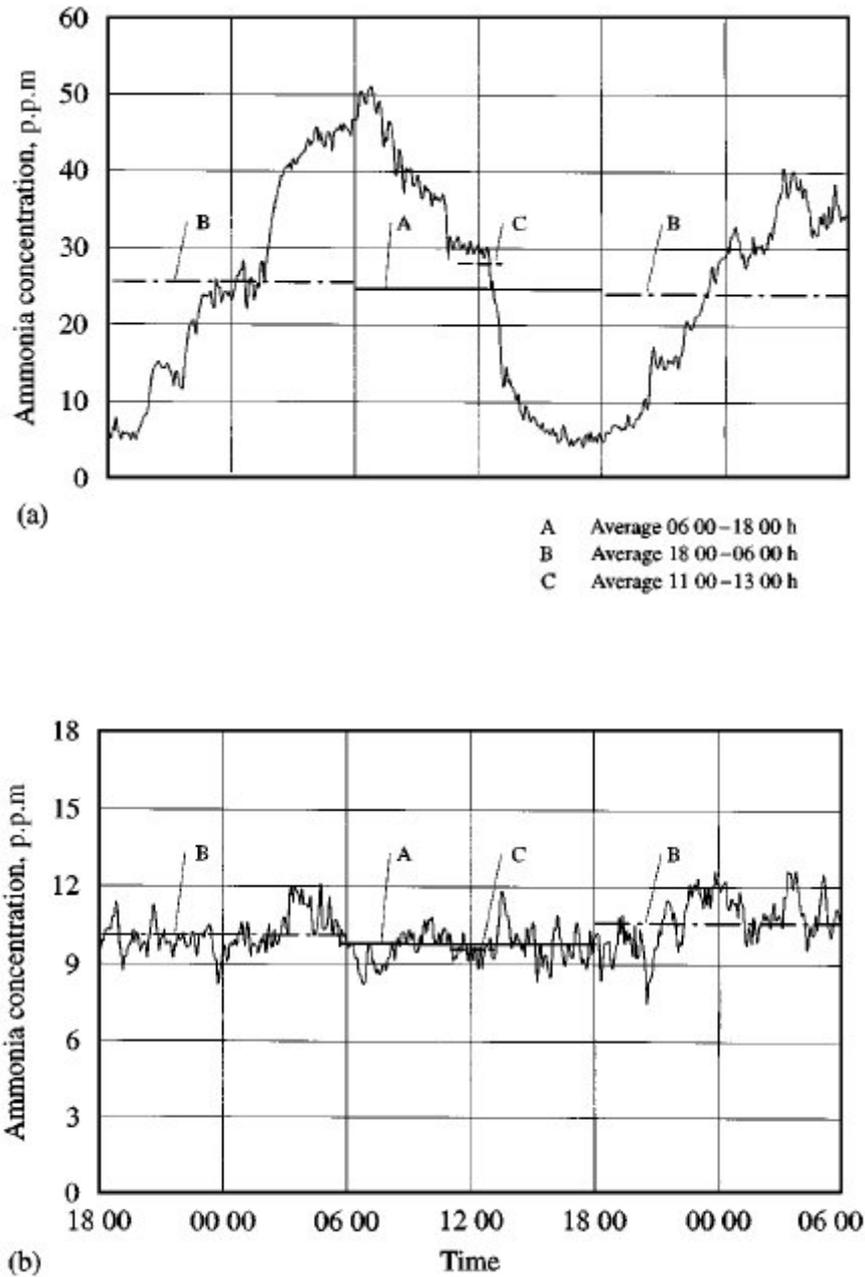
Neste contexto, deve-se ter em mente que muitos países possuem regulamentações para tempo de exposição para humanos, que fixa limites superiores para concentrações de amônia em ambientes de trabalho. Por exemplo, no Reino Unido o limite é de 25 ppm (CHARLES, 1980) e na Suécia e Alemanha (DFG 1999), os limites são respectivamente 25 ppm e 20 ppm para um tempo de exposição de 8 horas diárias. A Suécia também fixa um limite de exposição de 15 minutos para concentração de 50 ppm. É razoável ajustar os níveis em instalações avícolas considerando algum limite estipulado para humanos, tendo sempre em mente, que o animal habita tal ambiente em tempo integral.

#### **2.2.4.1 Concentração de amônia em instalações avícolas abertas.**

HINZ & LINKE (1998), desenvolveram uma pesquisa com instalações abertas (sem paredes laterais e com manejo de cortina) no estado americano de Louisiana utilizando 16.000 aves numa área de piso de 11,4 X 65 m numa densidade de 22 aves/m<sup>2</sup>. As aves foram abatidas aos 32 dias de idade. O princípio de ventilação era a natural, com a temperatura e a umidade sendo controlados pelo manejo de cortinas dispostas ao longo das duas laterais do galpão. Em 1994 e 1995, com o verão muito quente, os fazendeiros instalaram alguns ventiladores dentro das instalações visando diminuir os estresse calórico e a concentração de gases poluentes, além de misturar o ar ambiente. As medições de amônia foram obtidas principalmente no centro geométrico da instalação, a uma altura de 0,75m, do piso. Todas as amostras foram obtidas um ou duas vezes por semana ao longo de todo o período de engorda. O horário de coleta se concentrou entre 11:00h e 13:00h, o que foi bastante representativo do comportamento diário das concentrações de gases, como mostraram as medições quase contínuas das concentrações de NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub>.

Esses autores relatam que, de um modo geral, a concentração média na instalação foi de 1 a 50 ppm, mas não foram detectadas influências no peso dos animais. As variações da concentração de amônia foram fortemente influenciadas pela

posição das cortinas laterais, ou melhor, da taxa de ventilação. No verão, foram observadas grandes variações, com concentrações de 50 ppm sendo atingidas freqüentemente, enquanto em dias com temperaturas mais amenas as concentrações e as variações foram menores (Figura 1).



**Figura 1** - Concentração de amônia na instalação aberta para frangos de corte durante: (a) um dia quente: temperatura interna.: 29,2°C, min.: 27,3°C; temperatura externa: máxima.: 29,2°C, min.: 15,9°C. (b) um dia ameno: Temperatura interna: máxima.: 27,3°C, mínima.: 22,9°C; Temperatura externa: Máxima.: 13,5°C, mínima.: 11,6°C.

WATHES et al. (1997) numa pesquisa com instalações para frango de corte no Reino Unido, detectaram concentrações de amônia que variaram entre 10 e 50 ppm, com uma média de 24,2 ppm.

#### **2.2.4.2 Amônia, Ph da cama e Bactérias Amonificantes e/ou Patogênicas**

Sabe-se que bactérias amonificantes (*Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *B. megatherium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia Coli*, etc) aumentam tanto o pH dos resíduos como a concentração da amônia dentro e ao redor de instalações avícolas. O resíduo de frango de corte contém 5 kg de amônia por tonelada enquanto outras aves adultas contem 3,5 kg/ton (BUCKLIN, 1997). Relacionado a esses fatores, têm surgido vários efeitos desfavoráveis como aumento do consumo de ração, decréscimo da taxa de crescimento (GRISHCHENKO, 1978; FOUBER, 1979; KAITAZOV e STOYANCHEV, 1987), poluição ambiental (MIJS, 1999), aumento da mortalidade e doenças respiratórias (MARDAROWICZ, 1977; BRADBURY, 1999; CARRIER, 1999) e de desenvolvimento de bactérias patogênicas e imunossupressoras (BYRD, 1999).

Em ambientes ácidos (Ph < 6), o crescimento de bactérias amonificantes é inibido, e quando o Ph está abaixo de 5, as condições são desfavoráveis para o desenvolvimento de *Salmonellae* (BYRD, 1999). A acidificação da cama diminui os efeitos deletérios tanto da alta concentração da amônia quanto das bactérias através da inibição de bactérias amonificantes e neutralização da amônia. Relacionado a isso, várias substâncias têm sido usadas: Sulfato de Alumínio, Sulfato Férrico, Ácido Forfórico e Ácido Acético, e antibióticos (MOORE, 1996; SHANE, 1998; BYRD, 1999).

Nessa tendência, IVANOV (2001), trabalhando com ácidos orgânicos, mostrou que a cama de frango tratada com 5% de ácido cítrico, 4% de ácido tartárico e 1 a 5% de ácido tartárico proporcionaram um meio ácido com pH por volta de 5,0 e com isso reduziu a contagem microbiana para  $2,2 \times 10^3$  unidades formadoras de colônia por grama de desejo. Os tratamentos reduziram a quantidade de amônia na cama de frango e no ar para limites abaixo do recomendado, ou melhor, 25 a 50 ppm. Estes resultados podem ser explicados com a inibição e neutralização da ação bacteriológica através da ação desses ácidos.

Os resultados foram similares aos valores obtidos por MOORE (1996) e SHANE (1998) sobre um bom efeito higiênico da acidificação da cama de frango.

### 2.2.4.3 Manejo e características da cama x Produção de amônia

Com o aumento da quantidade de água na cama, há também o aumento de temperatura, propiciando maior atividade de microorganismos e formação de amônia.

Sabe-se que a presença e o metabolismo de microorganismos presentes na cama são acompanhados pela produção de CO<sub>2</sub> e formação de amônia. A espessura da cama influencia a concentração de oxigênio e a sua capacidade de aquecimento (VAN BEEK e BEEKING, 1995). A espessura recomendada é de 5 cm a 10 cm, dependendo da densidade de criação, de forma que, no final da criação, a umidade esteja entre 20% e 35% (JORGE et al., 1997). Considerando que a amônia produzida na cama é função da temperatura e quantidade de substrato, os dados da Tabela 3 mostram a potencialidade de produção de amônia pela cama, quando em diferentes alturas e densidades populacionais no verão. Esse potencial de produção foi obtido *in vitro* através do uso de amostragens de cama. Os dados da Tabela 4 mostram o potencial de produção de amônia em condições de inverno.

Tabela 3 - Potencialidade de produção de amônia pela cama de frango, com diferentes alturas e densidades populacionais

Densidade (aves/m <sup>2</sup> )	Altura da cama (cm)	Amônia (g/100 g cama)
10	05	13,4
	10	11,2
	15	8,80
14	05	14,6
	10	16,6
	15	15,3
16	05	17,8
	10	16,4
	15	14,7

Fonte: Macari et al. (2002)

**Tabela 4-** Efeito da altura da cama e da densidade populacional sobre o potencial de produção de amônia em condições de inverno.

Altura da cama (cm)	Produção de Amônia (g/100 g cama)
5	19,5
10	16,0
15	14,0
Densidade populacional (aves/m <sup>2</sup> )	
10	8,5
14	24,4
18	21,0

Fonte: Macari et al. (2002)

### 2.2.5. Monóxido de Carbono (CO)

É um gás inodoro, levemente menos denso que o ar (1,25 g.l<sup>-1</sup>), geralmente tem sua concentração aumentada numa instalação animal a partir da combustão incompleta de um combustível, devido a uma falha no ajuste do aquecedor, juntamente com ventilação inapropriada do sistema. Com isso, as principais fontes de intoxicação são os sistemas de aquecimento das aves que quando mal regulados ou mal manejados, por exemplo, com seus filtros sujos, podem produzir uma combustão incompleta que na presença do ar propicia a formação de CO<sub>2</sub> o qual pode reagir com o carbono (C) transformando-se em monóxido de carbono (CURTIS, 1983).

Segundo o mesmo autor, o monóxido de carbono compete com o oxigênio na ligação com uma grande variedade de proteínas, incluindo a hemoglobina, com o qual o oxigênio se liga ao corpo. A afinidade do monóxido de carbono com a hemoglobina é 250 vezes maior do que esta com o oxigênio. Quando o monóxido de carbono se une a hemoglobina, formando carboxihemoglobina, está perde a capacidade de transportar oxigênio e essa ligação é irreversível. Em suma, a intoxicação por CO leva a hipóxia.

#### 2.2.5.1 Limites de exposição para humanos e animais

CIGR (1984) & WATHES (1999) recomendam o limite de 10 ppm para monóxido de carbono como o máximo para exposição contínua dos animais nas instalações. O limite de exposição para humanos, considerando oito horas em média, é 50 ppm (WATHERS, 1999).

No Brasil, a legislação pertinente ao trabalho com gases está regulamentada pela NR-15. Esta norma descreve que nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade

ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância para o homem: 39 ppm para o monóxido de carbono.

Outros valores recomendados para humanos, para 8 horas de trabalho por dia são: 25 ppm ACGIH, 35 ppm NIOSH e 50 ppm para o OSHA.

Concentrações prejudiciais apenas ocorrem quando sistemas de aquecimento são utilizados onde o combustível é queimado dentro da instalação, e quando esta não é pré-aquecida. Neste caso a produção de calor é ajustada para sua máxima capacidade e a taxa de ventilação é reduzida para se manter a temperatura alta. Pré-aquecendo a instalação avícola 24 horas antes é essencial para se afastar problemas com altas concentrações de CO. Tais recomendações podem ser aplicadas para o manejo da concentração de CO<sub>2</sub> (ABREU 1998).

### **2.3. Qualidade de cama**

A qualidade de cama é de grande importância para o bem estar das aves, já que passam toda a sua vida em contato com ela. Qualidade da cama ruim é considerada como um problema de bem estar numa instalação avícola moderna. A qualidade de cama afetará o ambiente dos animais, por exemplo, nível de poeira, nível de umidade do ar e níveis de amônia, fatores que influenciam no risco dos animais em desenvolver doenças respiratórias (SAVORY, 1995).

TERZICH et al. (1998) estudou o efeito da umidade de cama, nitrogênio de cama, e amônia atmosférica na mortalidade devido a ascite. Eles detectaram que a redução dos níveis de amônia de 40-70 ppm para 20 ppm reduziu significativamente a incidência de ascite.

A qualidade da cama também tem uma influencia direta na condição da pele das aves, pois camas úmidas aumentam o risco de incidência de dermatite.

Um grande número de fatores de risco ligado à cama de frango úmida tem sido sugerido. O material e a textura da cama são considerados importantes. Materiais de cama com alta capacidade de absorver água, como maravalha proveniente de árvores coníferas, parecem resultar numa melhor qualidade de cama do que materiais com baixa absorção, como palha. Por exemplo, SHANAWANY (1992) mostrou que frangos de corte criados em cama com alta capacidade de absorção de água diminuíram a incidência de calo de peito em relação a aves criadas com cama de material com baixa absorção de água.

As condições climáticas influenciam a qualidade de cama, com alta umidade relativa tanto fora (PAYNE, 1967; McILROY et al., 1987) como dentro da instalação (PAYNE, 1967; WEAVER e MEIJERHOF, 1991), sendo associado com baixa qualidade de cama. MCILROY et al. (1987) estabelece que embora sendo boa a

capacidade de ventilação, esta é sub-utilizada para se conservar o calor dentro da instalação o que frequentemente leva a uma atmosfera úmida associada a uma cama úmida.

### **2.3.1. Turnover de água e umidade de cama**

Em condições de calor, quando a água é utilizada como tampão térmico, o turnover de água aumenta, ou seja, a relação entre a quantidade de água ingerida e a quantidade de água excretada pode aumentar em até 5 vezes ou mais, dependendo do grau de estresse pelo calor. A implicação desse turnover de água aumentado está relacionado com a qualidade da cama dos frangos, pois com o maior volume de água excretada ocorre deteriorização da cama, tanto do ponto de vista de isolante térmico quanto sanitário. A importância da cama no aspecto sanitário de uma criação de frangos de corte expressa-se pelo seu potencial em atenuar impactos negativos impostos às aves na avicultura industrial, principalmente pela criação em alta densidade. Altas densidades geram um ambiente desfavorável ao bem-estar do lote (JORGE et al., 1997).

### **2.4. Consumo de água**

A água é o nutriente mais importante para qualquer ser vivo, Essa afirmativa é facilmente comprovada pelo fato de que um animal pode sobreviver dias sem ingerir alimento sólido, mas pouquíssimos dias sem ingerir água. Isso porque a água é o mais abundante constituinte do corpo animal e também componente essencial em diversas reações metabólicas que ocorrem tanto em nível celular como molecular. Além disso, dentro da fisiologia específica do frango de corte moderno, a água pode ser considerada uma das principais (senão a principal) ferramentas termoregulatórias de que a ave dispõe para manter sua homeostase térmica, além de atuar em outras frentes como, por exemplo, contribuir para o dimorfismo sexual durante os primeiros estágios da vida do frango (MARKS, 1985). Por isso, a ingestão de água pelo animal, ou nesse caso específico, o frango de corte, deve ser um processo muito bem regulado para que possa expressar todo o seu potencial genético e, dessa forma, desenvolver-se por completo sem nenhum dano (MACARI et al., 2002).

Assim como as outras espécies animais, o frango de corte ingere água visando à manutenção de um nível de água corporal constante. Porém, devido ao fato que o frango de corte moderno apresenta uma alta velocidade de crescimento e, conseqüentemente, uma alta taxa de atividades metabólicas, a ingestão de água, por

sua parte, passa a ocorrer de forma mais acentuada e constante em comparação a outras espécies (MACARI et al, 2002).

Teoricamente é possível estimar a ingestão de água por frangos de corte. Uma regra que é usada em nível prático diz que o consumo diário de água é o dobro do consumo diário de ração (NRC, 1994). Outro meio de se estimar o consumo de água seria multiplicando-se a idade das aves em dias por 5,28 mL, método esse mais preciso quando comparado com o anterior (PESTI et al. 1985). Existem também equações de predição de ingestão de água (BRAKE et al., 1992).

A Tabela 5 mostra o consumo médio de água por frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

Tabela 5 - Consumo de água por frangos de corte no período entre 1 a 42 dias de idade em condições de termoneutralidade.

Idade (dias)	Consumo (mL/dia)
7	8,00
14	79,80
21	112,20
28	148,50
35	191,60
42	210,00

Fonte: MACARI et al. (2002)

## 2.5. Sistemas de aquecimento

Existem vários tipos de aquecimento para aviários, entre os quais estão os turbo aquecedores a gás, campânulas tipo infravermelho, campânulas de alta pressão, campânulas de baixa pressão, fornalhas a lenha com ar atmosférico previamente aquecido, campânula a carvão e aquecedores a lenha sem renovação de ar (RONCHI, 2004).

Segundo este mesmo autor, na escolha do sistema de aquecimento, não se deve levar sem consideração unicamente o custo, mas a capacidade de produção de calor e as conseqüências que esse sistema trará para a qualidade do ar e a cama do aviário. A seguir são descritos alguns tipos de aquecedores.

### 2.5.1. Aquecedores a lenha

Os aquecedores a lenha constituíram um dos primeiros métodos utilizados para o aquecimento de aves e caracteriza-se por utilizar a lenha como combustível. O calor é transmitido às aves principalmente por meio da condução e convecção, através do

ar. O uso de lenha, como fonte de calor em uma campânula ou fornalha, nem sempre produz temperatura constante no interior de aviários; muitas vezes esta temperatura excede ao necessário, e a manutenção do sistema requer muita mão-de-obra. Como a combustão geralmente não é completa, devem ser providos de filtros nas entradas de ar com o objetivo de minimizar a passagem de gases tóxicos, principalmente o CO<sub>2</sub>, para o interior do aviário (ABREU, 2004).

É prática comum no sul do Brasil, principalmente no inverno, o uso de queimadores a lenha para suplementar o aquecimento proporcionado pelas campânulas a gás. Esse sistema consiste de uma câmara de combustão constituída de tanques de óleo vazio, modificados artesanalmente. As funilarias normalmente fornecem esses equipamentos, os quais tem a função de amenizar as condições ambientais e não propriamente atender totalmente as exigências das aves. Os tanques têm capacidade de 200 litros podendo ser soldados de acordo com o pedido do produtor. Consistem de chaminé, suporte e tanques (ABREU 2003). Alguns cuidados especiais devem ser tomados em relação ao seu uso, como a colocação de areia no fundo do tanque e isolamento do mesmo, para se afastar o risco de incêndio (queima de cama) e a morte de pintinhos por desidratação (Figura 2).



Figura 2 - Sistema de aquecimento por tambor

### **2.5.2. Aquecedores elétricos**

Os aquecedores elétricos tiveram grande difusão no passado, quando se criavam aves em grupos reduzidos, decaindo, posteriormente, nas granjas industriais, caracterizadas por criação de milhares de aves. São constituídos de resistências elétricas, blindadas ou não, e lâmpadas infravermelhas que são colocadas embaixo de uma campânula (refletor) a fim de projetar o calor de cima para baixo ou resistências embutidas no piso a fim de projetar o calor de baixo para cima. O sistema, em si, é o

mais limpo e fácil de manutenção existente, devendo-se adequar a potência do elemento aquecedor ao número de aves a ser criado.

São caracterizados por transmitirem o calor por meio da condução e da radiação, serem de fácil manuseio, possuírem produção de calor constante e não geração de gases tóxicos (CO e CO<sub>2</sub>). A grande desvantagem desse tipo de aquecedor é o custo da energia elétrica. O uso de lâmpadas infravermelhas apresenta consumo excessivo de energia, a menos que as lâmpadas sejam controladas termostaticamente. Nesse sistema, o canibalismo constitui sério problema. Adicionalmente, as interrupções de energia, por mais curtas que sejam, representam sério problema, caso esses sistemas não possuam campânula sobre as lâmpadas.

### **2.5.3. Aquecedores a gás (Campânulas)**

São os mais utilizados e podem utilizar como combustível tanto o gás natural quanto o gás liquefeito de petróleo (GLP). Existe grande variedade de modelos de campânulas a gás com placas aquecedoras metálicas ou de cerâmica, provido de campânula maior ou menor, entre outros. O importante é dispor de potência calorífica adequada para atender o conforto dos pintinhos. Possuem um queimador de gás convencional, onde o calor é transmitido às aves por condução e convecção.

São instalados a pouca altura do chão e, conseqüentemente, das aves, o que ocasiona uma distribuição não uniforme da temperatura em seu raio de ação. Com a baixa altura de instalação, os gases provenientes da combustão se alojam abaixo da campânula, podendo atingir os pintos, prejudicando o aparelho respiratório. Possuem duas regulagens de temperatura, alta e baixa, feitas manualmente e uma capacidade reduzida de aquecimento, sendo recomendados para, no máximo, 500 pintos (ABREU, 1998; 2003). São bastante funcionais devido a sua resistência, baixo índice de manutenção e mobilidade, podendo ser reinstalados com facilidade e rapidez.

**Os aquecedores a gás com placa cerâmica** são uma evolução dos aquecedores de campânula, onde se adicionou uma placa de cerâmica refratária para que se pudesse fazer uso do efeito da radiação (Figura 3). A chama do queimador incidente na placa de cerâmica faz com que a mesma se torne incandescente e, dessa forma, transfira calor por meio da radiação. Devido à utilização relativa do efeito de radiação esses aquecedores podem ser instalados a uma altura um pouco superior aos anteriores, sendo que a distribuição da temperatura é relativamente melhorada. Apresentam como desvantagem a fragilidade da placa cerâmica, que pode quebrar-se

no manuseio do aquecedor. Possuem uma capacidade mediana de aquecimento, sendo recomendados para aquecer entre 700 a 800 pintos.

**Os aquecedores a gás tipo infravermelhos** foram desenvolvidos para utilizar plenamente o princípio de transmissão de calor através da radiação. A combustão do gás se dá diretamente em queimadores metálicos de alta capacidade de suportar o calor, tornando sua superfície totalmente incandescente e desta forma transferindo o calor principalmente pela radiação. No aquecimento por radiação, a temperatura mais elevada se situa na zona de "habitat" do animal, enquanto no aquecimento por convecção o ar quente de menor densidade escapa para as zonas mais altas do aviário, produzindo mais estratificações ou camadas de ar de diferentes temperaturas. O objetivo dos sistemas de aquecimento radiante é manter a ave aquecida e o piso seco, contudo os sistemas primeiro aquecem o ar que depois é repassado aos animais e à cama. Esses equipamentos produzem radiação concêntrica desde o eixo da campânula, perdendo eficiência com a distância do mesmo. A eficiência também varia em função da altura de trabalho da campânula em relação ao piso. Assim, a temperatura de radiação não é uniforme, pois descreve círculos de maior e menor temperatura, permitindo que o animal se situe segundo suas necessidades em uma zona mais próxima ou mais afastada do eixo da campânula.

Em condições de temperatura ambiente abaixo de 15°C, o calor gerado por esses sistemas é insuficiente, havendo necessidade de se providenciar calor suplementar para manter a temperatura ambiente em torno de 32°C, nos primeiros dias de idade dos pintos. Sua instalação se dá geralmente a uma altura considerável do chão, podendo variar entre 0,90 a 1,20 m. Essas características, aliadas ao fato de que todo o ar necessário para a combustão provém de um filtro ou tomada de ar localizados na parte superior traseira do aquecedor, fazem com que os gases provenientes da combustão não atinjam as aves, sendo rapidamente retirados do ambiente pelo efeito da convecção. A área atingida também é bastante grande, chegando de 3,60 a 4,00 m de diâmetro. Isso faz com que a capacidade de aquecimento atinja 1.000 pintinhos, ou mais, por aquecedor, valor também recomendado por RONCHI (2004) para este tipo de campânula.

Atualmente, há grande variedade de modelos com regulação termostática, individual ou centralizada, providos de campânula maior ou menor, entre outros. O importante é dispor de potência calorífica adequada. A razão da popularidade do sistema vem da comodidade de sua regulação termostática, porém é um dos sistemas mais caros em consumo, sem considerar a mão de obra (ABREU, 1998; 2003).

O consumo médio de gás é de 3 botijões de 13 kg para 1000 aves, no inverno. Esse valor varia em função das condições climáticas e do modelo adotado de campânula. Existem vários tipos e modelos de campânula a gás. Os preços variam entre empresas, de acordo com a capacidade do equipamento. Para a escolha da campânula é necessário saber a capacidade calorífica e a área de abrangência da mesma.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

A presente pesquisa foi desenvolvida em três propriedades avícolas comerciais integradas da Indústria Perdigão, em núcleos com três galpões similares, equipadas com um sistema de aquecimento diferenciado em cada um deles, os quais foram utilizados para a criação de 18.500 fêmeas leves da linhagem Cobb, com peso médio de abate de até 1,450 kg, por galpão, durante dois ciclos produtivos completos, no município de Videira, estado de Santa Catarina, durante o inverno de 2004.

No município de Videira, o clima é temperado úmido, com temperatura média anual de 16 a 17 °C, tipo climático (Koeppen) Cfb – temperado (mesotérmico úmido e verão ameno), Latitude: 27° 00' 30" SUL, Longitude: 51° 09' 60" Oeste.

O mês de julho é o mais rigoroso do inverno, apresentando registros de temperaturas baixas, geadas, nevoeiros e ocorrência de neve. Isto ocorre devido a grande quantidade de incursões de massas de ar frio, oriundas de latitudes mais altas. Com a passagem das frentes frias, as quais ocasionam elevações da pressão, ocorrem dias de céu claro e acentuado declínio de temperatura durante as noites, favorecendo a formação de geadas e nevoeiros. As áreas mais frias do estado De Santa Catarina são o Meio Oeste e o Planalto, com altitudes acima dos 800 metros. (EPAGRI/CIRAM, 2004)

Foram avaliados três sistemas de aquecimento a saber:

- campânulas infravermelhas a gás (C);
- fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar (FI);
- tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas infravermelhas a gás (T).

#### **3.1 Características dos galpões**

Foram utilizados 9 galpões avícolas similares em três propriedades avícolas comerciais integradas da Indústria Perdigão. Os galpões possuíam 100 m de

comprimento e 12 m de largura, com forro de poliuretano posicionado a 3 m de altura a partir do piso, sendo que os eixos longitudinais foram orientados no sentido leste-oeste. A cobertura era composta com telhas de barro, com inclinação de 30% e beiral de 0,50m. Os fechamentos laterais eram compostos de mureta de alvenaria de 0,30 m de altura e cortinas de lona de cor amarela (Figuras 3, 4 e 5).



Figura 3 – Galpão utilizado no experimento localizado na propriedade 1



Figura 4 - Galpão utilizado no experimento localizado na propriedade 2



Figura 5 - Galpão utilizado no experimento localizado na propriedade 3

### 3.2 Sistemas de Aquecimento

Foram utilizadas 14 campânulas infravermelhas a gás por galpão, posicionadas a 1,10m da cama, fazendo um ângulo de 45° com o plano horizontal, distribuídas de maneira alternada, visando uniformidade no aquecimento do pinteiro. O acionamento foi automático, com o ajuste do termostato acompanhando as exigências ambientais das aves de acordo com a idade das mesmas, de acordo com a Tabela 6 . (Figura 6).

Tabela 6 - Faixas de temperatura de conforto para aves de corte em diferentes idades, segundo alguns autores.

Idade	Faixas de temperatura confortáveis
1 semana	34 - 32
2 semana	32 - 28
3 semana	28 - 26
4 semana	26 - 24
5 semana	18 - 24
6 semana	18 - 23
7 semana	15 - 23

Adaptado de FREEMAN, 1965 e JURKSCHAT et al., 1989; FREEMAN, 1963; MISSON, 1976; JURKSCHAT et al., 1989; AVILA, 2004; MACARI, FURLAN e GONZALES, 2002



Figura 6 – Campânulas a gás utilizadas durante o período experimental

A fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar utilizada no experimento possui largura de 1,56 m, comprimento de 2,60 m e altura de 1,65 m. A tubulação de distribuição do ar aquecido possui 42,0 m de comprimento distribuída do centro do aviário para os dois sentidos, possuindo dois orifícios para a saída do ar aquecido

espaçados a cada 1,0 m. A vazão de ar aquecido é de 2.550 m<sup>3</sup>/h, e uma temperatura na saída da fornalha de 220 °C (Figuras 7 e 8).



Figura 7 – Fornalha a lenha com queima indireta do ar utilizada no experimento

Orifícios para a distribuição do ar aquecido

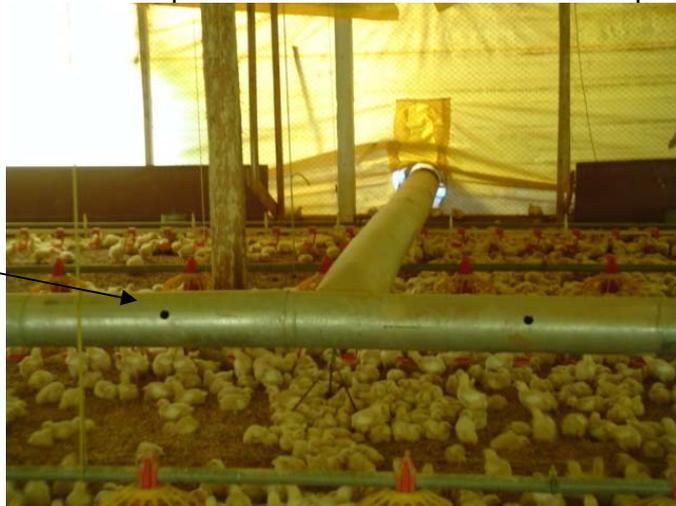


Figura 8 – Detalhe da tubulação de distribuição de ar aquecido

Os tambores de aquecimento por radiação possuem volume de 200 litros. Uma de suas extremidades possui abertura para a colocação do combustível (lenha), sendo que a extremidade oposta possui chaminé para a saída de gases indesejáveis. O aquecimento do ambiente ocorre devido a dissipação da energia radiante proveniente do aquecimento da superfície do tambor provocado pela combustão da lenha em seu interior (Figura 9).



Figura 9 – Tambores de aquecimento utilizados no período experimental

Os sistemas de aquecimento (tratamentos) foram dispostos conforme manejo usual da empresa, sendo uma fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar por galpão, uma campânula para cada 1.200 pintos e quatro tambores de aquecimento com suplemento de 14 campânulas. No início da fase de aquecimento as aves foram confinadas numa área correspondente a 1/3 do galpão, delimitada por cortinas de poliuretano, possibilitando uma densidade de 52 aves/m<sup>2</sup>. Houve expansão sucessiva desta área a medida em que ocorria o crescimento dos pintinhos, até a segunda semana de vida dos pintinhos.

Ao término da fase de aquecimento, todos os galpões foram manejados igualmente, de maneira a garantir que possíveis diferenciações nos índices de desempenho das aves fossem atribuídas aos distintos sistemas de aquecimento usados na fase inicial de vida das mesmas.

### 3.2 Variáveis ambientais

Foram tomadas continuamente, em três pontos medianos de cada instalação, ao nível das aves (de 10 a 30 cm, acompanhando o crescimento dos animais), as seguintes variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco e umidade relativa. As medições foram realizadas com o uso de *dataloggers* de leitura contínua em intervalos de 15 minutos, durante todo o período experimental, que foi de dois ciclos produtivos completos para fêmeas leves. Para medição da temperatura e da umidade foram utilizados sensores acoplados a *dataloggers* de temperatura e umidade da marca Testo, modelo H1, com resolução de 0,1°C (temperatura) e 1% (umidade), e acurácia de ±0,5°C (temperatura) e ± 1% (umidade). Foram ainda coletadas as temperaturas de superfície da cama em três pontos da instalação, utilizando um sensor

infravermelho de marca Testo, modelo 626-T2, com resolução de 0,5°C e acurácia de  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

### 3.3 Qualidade do ar

Foram obtidas duas medições diárias de concentrações instantâneas de amônia, monóxido de carbono e dióxido de carbono, em ppm, ao nível das aves. As medições foram realizadas em horários matutino e vespertino, nas três granjas, durante todo o período experimental.

Para a coleta de dados de CO<sub>2</sub>, foi utilizado sensor da marca Testo, modelo 535, de princípio infravermelho, com resolução de 1ppm e acurácia de  $\pm 50$  ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000ppm. Para a coleta de dados de CO, foi utilizado sensor da marca Testo, modelo 315-2, de princípio eletroquímico, com resolução de 1ppm e acurácia de  $\pm 1$ ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100ppm. E para as concentrações de amônia, foi utilizado um sensor da marca Quest, modelo *Safecheck* 100, de princípio eletroquímico, com resolução de 1ppm e acurácia de  $\pm 1$ ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100ppm, cuja célula do sensor foi substituída e calibrada por uma empresa cadastrada pelo *inmetro*.

### 3.4 Desempenho dos animais

Foram utilizados os índices zootécnicos mais comuns para avaliar o desempenho semanal dos animais:

- Ganho de Peso (GP), que é a diferença entre o peso final e o peso inicial das aves, sendo as pesagens sendo realizadas a cada sete dias;
- Consumo de ração (CR), que é a quantidade de ração consumida durante o período produtivo, valor obtido por meio de pesagem;
- Conversão Alimentar (CA), que é a relação entre a quantidade de ração consumida e o ganho de peso correspondente. A relação inversa denomina-se eficiência alimentar;
- Consumo de água, que é a quantidade de água ingerida durante o período produtivo;
- Fator de produção, que é uma relação entre o peso de abate, mortalidade e a conversão alimentar.

### **3.5 Umidade e pH da cama**

Para as análises em questão, para cada dia de amostragem, coletou-se quatro amostras em quatro pontos distintos em cada um dos três galpões da propriedade 3 (Giacomini) a cada dois dias.

Homogeneizou-se a amostra e para análise de Umidade procedendo-se a seguinte metodologia de secagem em estufa a 105°C.

Para análise de pH procedeu-se com a seguinte metodologia:

- Pesou-se 10 gramas das amostras, colocadas em béqueres com 100ml de água destilada;
- Agitou-se com bastão de vidro e deixou-se a amostras em repouso por 30 minutos;
- O Valor foi obtido utilizando-se pHmêtro.

### **3.6 Consumo de combustível**

Para a obtenção do volume de lenha consumido, foram feitas medidas utilizando-se uma trena, as quantidades consumidas pelos sistemas “tambores de aquecimento” e “fornalha com queima indireta do ar”, em m<sup>3</sup>.

Para a obtenção do consumo de gás, pelo sistema “campânulas”, em Kg, foram anotados os valores mostrados pelos registros instalados nos tanques.

### **3.7 Comparação entre as temperaturas do pinteiro e da ante-sala**

Foi instalada uma outra camada de sobrecortina a três metros do pinteiro, em ambos os lados, com o intuito de se melhorar a vedação do mesmo, criando uma ante-sala. Para a avaliação da efetividade da ante-sala, também foram instalados sensores no interior da ante-sala e antes da ante-sala, e coletados dados durante o período de aquecimento. A ante-sala foi instalada com o objetivo de diminuir o gradiente de temperatura existente entre o pinteiro e o restante do galpão, para com isso diminuir o fluxo de calor entre ambos.

### **3.8 Delineamento Estatístico**

O experimento foi montado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos: aquecimento por campânula, aquecimento por fornalha a lenha e aquecimento por campânula + tambor de aquecimento por radiação, e nas subparcelas os horários no delineamento em blocos (propriedades) casualizados (D.B.C) com repetições nos lotes de criação e nos horários.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e de regressão. Para o fator qualitativo (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo (horário) os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste "t", adotando-se o nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação ( $R^2 = \text{S.Q. Regressão} / \text{S.Q. Horas}$ ) e no fenômeno biológico.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Temperatura ambiental

#### 4.1.1 Primeira semana de vida das aves

Os dados médios diários de temperatura, obtidos durante a primeira semana de experimento a partir dos 9 galpões experimentais, para os três tratamentos, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, se encontram na Tabela 7. A representação gráfica se encontra na Figura 10.

Tabela 7- Valores médios de temperatura (°C), em intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e campânulas + tambores, para a primeira semana de vida dos animais

Semana 1	Temperatura						
	Hora	Campânulas	Fornalha	Tambor + camp			
	00:00	26,5231	B	26,9917	B	29,0082	A
	00:15	26,4632	B	26,9031	B	29,0146	A
	00:30	26,39	B	26,9469	B	29,009	A
	00:45	26,3646	B	26,9741	B	28,952	A
	01:00	26,3461	B	27,0489	B	28,9345	A
	01:15	26,3081	B	26,8467	B	28,9253	A
	01:30	26,292	B	26,795	B	28,7899	A
	01:45	26,2519	B	26,7307	B	28,7123	A
	02:00	26,1715	B	26,5559	B	28,6624	A
	02:15	26,1713	B	26,4546	B	28,6319	A
	02:30	26,1706	B	26,2954	B	28,5682	A
	02:45	26,1926	B	26,205	B	28,5629	A
	03:00	26,178	B	26,1726	B	28,6387	A
	03:15	26,1557	B	26,0963	B	28,6956	A
	03:30	26,1926	B	26,0309	B	28,7145	A
	03:45	26,1465	B	26,0459	B	28,768	A
	04:00	25,2875	B	25,6914	B	28,3649	A
	04:15	25,3043	B	25,7845	B	28,449	A
	04:30	25,3093	B	26,0311	B	28,577	A
	04:45	25,3952	B	26,3639	B	28,6191	A
	05:00	25,5226	B	26,473	B	28,8013	A
	05:15	25,652	B	26,5106	B	28,7727	A
	05:30	25,6175	A	26,4957	B	28,7468	B
	05:45	25,6366	B	26,4786	B	28,8119	A
	06:00	25,641	B	26,4475	B	28,8768	A
	06:15	25,6481	B	26,3914	B	28,9329	A
	06:30	25,6652	B	26,1398	B	28,9367	A
	06:45	25,64	B	26,0992	B	28,7997	A
	07:00	25,7089	B	25,964	B	28,7654	A
	07:15	25,8932	B	26,2179	B	28,9079	A
	07:30	26,1092	B	26,4776	B	28,9902	A
	07:45	26,2857	B	26,5808	B	29,0141	A
	08:00	26,4383	B	26,6217	B	29,1929	A
	08:15	26,5813	B	27,0105	B	29,3075	A
	08:30	26,7565	B	27,2254	B	29,3575	A

08:45	26,9852	B	27,4654	B	29,571	A
09:00	27,2787	B	27,6392	B	29,7371	A
09:15	27,4967	B	27,9527	B	29,9034	A
09:30	27,7323	B	28,3176	B	30,2044	A
09:45	28,0138	B	28,4878	B	30,5198	A
10:00	28,4021	B	28,6248	B	30,7752	A
10:15	28,6094	B	28,7862	B	30,7975	A
10:30	28,8327	B	29,0378	B	30,8705	A
10:45	29,0233	B	29,195	B	31,0817	A
11:00	29,2209	B	29,2716	B	31,3256	A
11:15	29,2894	B	29,3732	B	31,4989	A
11:30	29,4528	B	29,3498	B	31,5584	A
11:45	29,694	B	29,4442	B	31,7308	A
12:00	29,6738	B	29,3847	B	31,529	A
12:15	29,8499	B	29,4329	B	31,5786	A
12:30	29,9299	B	29,5487	B	31,6862	A
12:45	30,0726	B	29,8057	B	31,8632	A
13:00	30,2069	B	29,875	B	32,0615	A
13:15	30,263	B	30,1135	B	32,1709	A
13:30	30,3081	B	30,2672	B	32,1731	A
13:45	30,3939	B	30,2898	B	32,1712	A
14:00	30,3499	B	30,3601	B	32,0374	A
14:15	30,2819	B	30,2298	B	31,9008	A
14:30	30,2639	B	30,2151	B	31,8291	A
14:45	30,1406	B	30,1446	B	31,7016	A
15:00	30,1081	B	30,0454	B	31,7045	A
15:15	30,1065	B	30,0861	B	31,6933	A
15:30	30,0934	B	30,0886	B	31,6201	A
15:45	30,0623	B	29,9369	B	31,5612	A
16:00	30,0231	B	29,8425	B	31,4458	A
16:15	29,9573	B	29,8816	B	31,3865	A
16:30	29,8101	B	29,632	B	31,2967	A
16:45	29,6618	B	29,5877	B	31,2155	A
17:00	29,4261	B	29,4786	B	31,0524	A
17:15	29,1836	B	29,3355	B	30,6466	A
17:30	28,887	B	29,2272	AB	30,4344	A
17:45	28,7296	B	29,2843	AB	30,3763	A
18:00	28,6057	B	29,2089	AB	30,2664	A
18:15	28,5152	B	29,1472	AB	30,2045	A
18:30	28,3988	B	29,0259	AB	30,2119	A
18:45	28,2075	B	28,8429	B	30,1853	A
19:00	27,996	B	28,6944	B	30,219	A
19:15	27,871	B	28,5601	B	30,2167	A
19:30	27,719	B	28,3937	B	30,1481	A
19:45	27,5937	B	28,2948	B	29,5937	A
20:00	27,4722	B	28,1409	B	30,1295	A
20:15	27,3512	B	28,0907	B	30,0345	A
20:30	27,3415	B	28,1209	B	29,9156	A
20:45	27,3398	B	28,0019	B	29,878	A
21:00	27,3187	B	27,8444	B	29,7253	A
21:15	27,3434	B	27,6525	B	29,6235	A
21:30	27,256	B	27,436	B	29,6292	A
21:45	27,2183	B	27,3505	B	29,6153	A
22:00	27,0888	B	27,2956	B	29,623	A

22:15	26,9733	B	27,2942	B	29,5728	A
22:30	26,8835	B	27,2102	B	29,5048	A
22:45	26,7956	B	27,2872	B	29,3899	A
23:00	26,7095	B	27,2015	B	29,2832	A
23:15	26,6464	B	27,1427	B	29,2118	A
23:30	26,5984	B	26,9963	B	29,0882	A
23:45	26,5421	B	26,964	B	28,9874	A

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

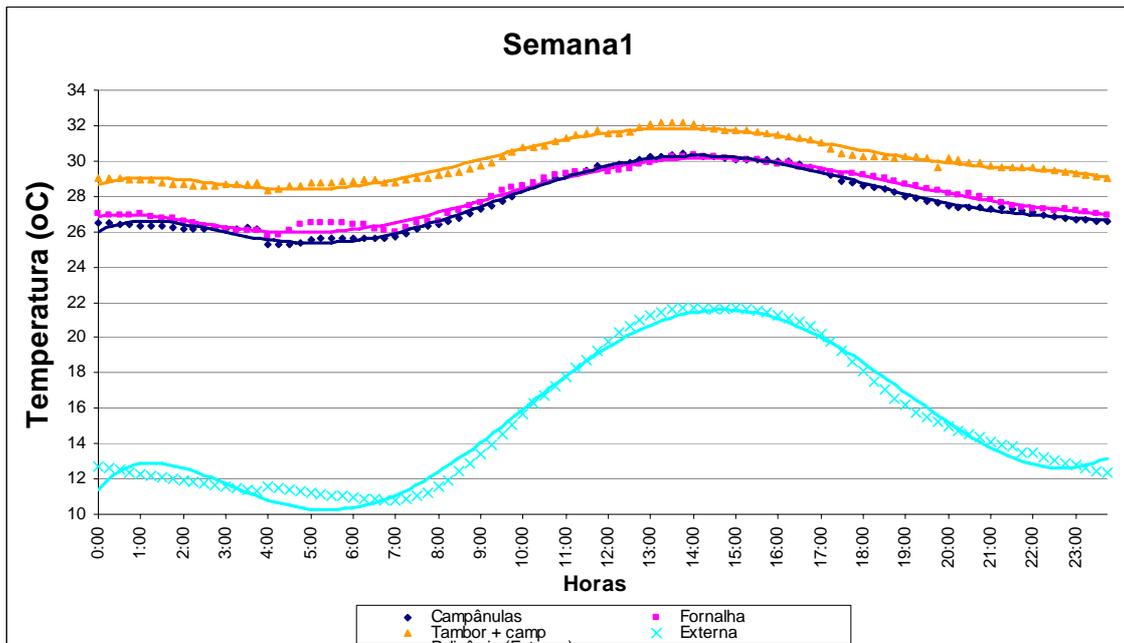


Figura 10 - Valores médios de temperatura (°C), em intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e campânulas + tambores, para a primeira semana de vida dos animais

Na Tabela 7 e na Figura 10, pode-se observar que os valores médios de temperatura, na primeira semana de observação (Fase 1), foram mínimos no horário das 4 horas e máximos no horário próximo das 14 horas.

Observa-se também, que os valores de temperatura em função dos horários, nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás e fornalha a lenha, em função do horário, apresentaram comportamentos semelhantes, enquanto no ambiente aquecido sistema tambor de aquecimento por radiação + campânulas apresentou valores estatisticamente superiores em 99% dos horários estudados. Em nenhum dos ambientes aquecidos pelos três sistemas estudados a temperatura foi integralmente mantida na faixa considerada ideal para as aves na primeira semana de vida. No ambiente aquecido pelo sistema tambor de aquecimento por radiação + campânulas, que é caracterizado por dois sistemas conjugados de aquecimento, foi atingida a faixa ideal de temperatura entre 10:45 e 17 horas, também apresentando

menor amplitude térmica (3,8°C), seguido pelos ambientes aquecidos pelos sistemas fofalha (4,6°C) e campânulas (5,0°C), respectivamente.

Apesar dos valores de temperaturas observadas nos ambientes aquecidos por campânulas e por fofalha não apresentarem diferença estatística para a maioria dos horários estudados, no ambiente aquecido pela fofalha foi detectada uma tendência a valores de temperatura mais próximos da faixa de conforto.

Não houve diferença estatística entre os valores de temperatura nos ambientes aquecidos pelos sistemas fofalha e tambor + campânulas e entre campânulas e fofalhas, entre os horários de 17:30h e 18:30h.

Com base nos resultados obtidos de temperatura, para a primeira semana de vida, o sistema tambor de aquecimento por radiação + campânulas foi o mais eficiente em manter o ambiente interno mais adequado as exigências térmicas das aves.

#### 4.1.2 Segunda semana de vida das aves

Os dados médios diários de temperatura, obtidos durante a segunda semana de experimento a partir dos 9 galpões experimentais, para os três tratamentos, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, se encontram na Tabela 8. A representação gráfica se encontra na Figura 11.

**Tabela 8** - Valores de temperatura média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fofalha e tambor + campânulas, durante a segunda semana de vida das aves

Semana 2		Temperatura				
hora	Campânulas		Fofalha		Tambor + camp	
00:00	26,1	B	26,6	AB	27,8	A
00:15	26,3	B	26,5	B	27,9	A
00:30	26,3	B	26,6	B	27,9	A
00:45	26,1	B	26,5	AB	27,7	A
01:00	26,0	B	26,4	AB	27,6	A
01:15	26,0	B	26,3	AB	27,5	A
01:30	26,0	B	26,3	AB	27,4	A
01:45	26,1	B	26,3	AB	27,3	A
02:00	26,1	A	26,2	A	27,3	A
02:15	26,0	A	26,0	A	27,2	A
02:30	26,1	B	26,1	AB	27,3	A
02:45	26,1	B	26,2	B	27,5	A
03:00	26,0	B	26,1	B	27,6	A
03:15	26,0	B	26,1	B	27,7	A
03:30	26,0	B	26,2	B	27,8	A
03:45	26,0	B	26,1	B	27,8	A
04:00	25,9	B	26,2	B	27,6	A
04:15	25,8	B	26,1	B	27,4	A
04:30	25,6	B	26,0	B	27,2	A
04:45	25,6	B	25,9	AB	27,1	A

05:00	25,6	B	26,0	B	27,3	A
05:15	25,6	B	26,0	B	27,5	A
05:30	25,7	B	26,0	B	27,4	A
05:45	25,7	B	26,0	B	27,3	A
06:00	25,7	B	26,0	B	27,4	A
06:15	26,2	B	26,1	B	27,8	A
06:30	26,5	B	26,3	B	28,2	A
06:45	26,7	B	26,5	B	28,3	A
07:00	27,1	B	26,7	B	28,6	A
07:15	27,3	B	26,9	B	28,8	A
07:30	27,3	B	27,0	B	28,9	A
07:45	27,5	B	27,1	B	29,0	A
08:00	27,6	B	27,3	B	29,0	A
08:15	27,8	B	27,4	B	29,1	A
08:30	27,8	B	27,5	B	29,0	A
08:45	27,9	B	27,7	B	29,2	A
09:00	27,9	B	27,7	B	29,3	A
09:15	28,0	B	27,7	B	29,5	A
09:30	28,1	B	27,8	B	29,6	A
09:45	28,3	B	28,0	B	29,6	A
10:00	28,4	B	28,0	B	29,7	A
10:15	28,6	AB	28,1	B	29,8	A
10:30	28,6	B	28,3	B	29,9	A
10:45	28,6	B	28,3	B	29,9	A
11:00	28,7	B	28,5	B	30,0	A
11:15	28,6	AB	28,5	B	29,9	A
11:30	28,6	AB	28,5	B	29,7	A
11:45	28,6	AB	28,4	B	29,8	A
12:00	28,7	AB	28,5	B	29,8	A
12:15	28,8	AB	28,6	B	29,8	A
12:30	28,8	AB	28,6	B	29,9	A
12:45	28,9	AB	28,6	B	30,0	A
13:00	29,0	AB	28,7	B	30,1	A
13:15	29,1	AB	28,9	B	30,2	A
13:30	29,1	AB	28,9	B	30,2	A
13:45	29,1	AB	29,0	B	30,3	A
14:00	29,1	A	29,1	A	30,3	A
14:15	29,0	A	29,0	A	30,2	A
14:30	29,1	A	29,0	A	30,1	A
14:45	29,0	A	29,0	A	30,0	A
15:00	28,8	A	29,0	A	30,0	A
15:15	28,9	A	28,9	A	30,0	A
15:30	28,9	A	28,9	A	30,0	A
15:45	28,9	A	28,9	A	30,0	A
16:00	28,9	A	28,8	A	30,0	A
16:15	28,9	A	28,7	A	30,0	A
16:30	28,9	AB	28,6	B	29,9	A
16:45	28,9	AB	28,6	B	29,9	A
17:00	28,8	A	28,5	A	29,7	A
17:15	28,6	A	28,4	A	29,5	A
17:30	28,5	A	28,5	A	29,3	A
17:45	28,5	A	28,4	A	29,3	A
18:00	28,4	A	28,4	A	29,4	A
18:15	28,4	A	28,4	A	29,4	A

18:30	28,3	A	28,3	A	29,4	A
18:45	28,1	A	28,2	A	29,2	A
19:00	27,9	A	28,0	A	29,0	A
19:15	27,7	A	27,7	A	28,8	A
19:30	27,4	A	27,5	A	28,6	A
19:45	27,1	A	27,3	A	28,3	A
20:00	27,0	A	27,1	A	28,1	A
20:15	27,2	AB	27,0	B	28,3	A
20:30	27,4	AB	27,2	B	28,4	A
20:45	27,4	AB	27,0	B	28,3	A
21:00	27,3	A	27,0	A	28,2	A
21:15	27,2	A	27,0	A	28,2	A
21:30	27,0	A	26,9	A	28,1	A
21:45	26,9	A	26,8	A	28,0	A
22:00	26,8	A	26,7	A	27,9	A
22:15	26,8	AB	26,8	B	28,0	A
22:30	26,8	B	26,6	B	28,1	A
22:45	26,7	B	26,6	B	28,1	A
23:00	26,5	B	26,5	B	27,9	A
23:15	26,3	B	26,5	B	27,9	A
23:30	26,2	B	26,5	B	27,8	A
23:45	26,2	B	26,5	AB	27,7	A

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

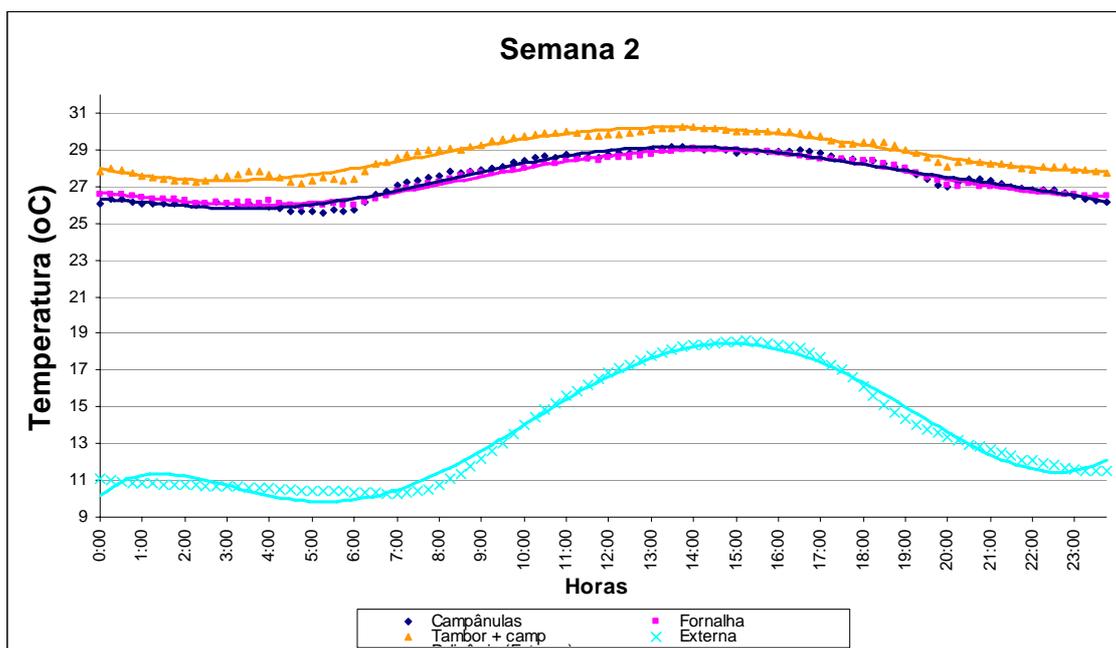


Figura 11 - Valores de temperatura média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação, aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, forno e tambor + campânulas, durante a segunda semana de vida das aves

Pode-se observar na Figura 11, que os valores médios de temperatura, na segunda semana de observação (Fase 2), foram mínimos próximo das 4 horas e máximos próximo das 14 horas.

Observa-se também, assim como na primeira semana, que os valores de temperatura, observados nos ambientes aquecidos pelas campânulas, fornalha e tambor + campânulas, em função do horário, apresentaram comportamentos semelhantes, contudo, no ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânulas foram detectados valores de temperatura diária estatisticamente superiores na maioria dos horários estudados (70%). Nenhum dos três sistemas de aquecimento mantiveram integralmente os ambientes de criação numa faixa de temperatura considerada ideal para o animais na segunda semana de vida dos mesmos. No ambiente de criação aquecido pelo sistema tambor de aquecimento por radiação + campânulas foi atingida a faixa ideal de temperatura entre 8 e 19 horas, faixa maior que apresentada na primeira semana de vida dos animais. Este fato está relacionado a mudança das exigências térmicas das aves, com faixa de temperatura de conforto menor que na primeira semana de vida.

Não houve diferença estatística entre os valores de temperatura registrados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas e fornalha, e entre os ambientes aquecidos pelos sistemas fornalha e tambor + campânulas para as 0:00h, entre 0:45h e 1:45h, as 2:30h e as 4:45h. Da mesma forma, foi possível constatar que para as 10:45h, entre 11:15h e 13:45h, entre 16:30h e 16:45h, entre 20:15h e 20:45h e as 22:15h também não houve diferença estatística entre os valores detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas e fornalha e entre os valores detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas e tambor de aquecimento por radiação + campânula.

#### 4.1.3 Terceira semana de vida das aves

Os dados médios diários de temperatura, obtidos durante a terceira semana de experimento a partir dos 9 galpões experimentais, para os três sistemas de aquecimento, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, se encontram na Tabela 9. A representação gráfica se encontra na Figura 12.

Tabela 9 - Valores de temperatura média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a terceira semana de vida das aves

Semana 3	Temperatura						
	Hora	Campânulas	Fornalha	Tambor + camp			
	00:00	25,1	A	24,6	A	24,3	A
	00:15	25,5	A	24,6	A	24,8	A
	00:30	25,5	A	24,6	A	25,0	A
	00:45	25,3	A	24,7	A	24,8	A
	01:00	25,2	A	24,6	A	24,6	A

01:15	25,1	A	24,3	A	24,6	A
01:30	25,0	A	24,3	A	24,5	A
01:45	25,0	A	24,2	A	24,5	A
02:00	25,0	A	24,4	A	24,1	A
02:15	25,2	A	23,9	B	24,1	AB
02:30	25,2	A	24,2	A	24,1	A
02:45	25,0	A	24,0	A	24,1	A
03:00	24,8	A	23,9	A	24,0	A
03:15	24,8	A	23,9	A	23,9	A
03:30	24,6	A	23,8	A	23,8	A
03:45	24,5	A	23,8	A	23,7	A
04:00	24,2	A	23,9	A	23,3	A
04:15	24,2	A	23,5	A	23,1	A
04:30	23,9	A	23,2	A	22,9	A
04:45	23,8	A	23,1	A	22,8	A
05:00	23,7	A	23,0	A	22,9	A
05:15	23,9	A	23,3	A	23,7	A
05:30	24,5	A	23,6	A	24,0	A
05:45	24,9	A	23,9	A	24,3	A
06:00	25,2	A	24,2	A	24,7	A
06:15	25,5	A	24,3	A	24,8	A
06:30	25,6	A	24,4	A	24,9	A
06:45	25,7	A	24,6	A	25,0	A
07:00	25,8	A	24,6	A	25,3	A
07:15	25,9	A	24,7	A	25,4	A
07:30	25,8	A	24,8	A	25,3	A
07:45	25,8	A	24,8	A	25,3	A
08:00	25,8	A	24,9	A	25,3	A
08:15	25,9	A	25,0	A	25,4	A
08:30	25,9	A	25,2	A	25,5	A
08:45	26,0	A	25,3	A	25,6	A
09:00	26,2	A	25,5	A	25,9	A
09:15	26,5	A	25,7	A	26,2	A
09:30	26,5	A	25,8	A	26,2	A
09:45	26,6	A	26,0	A	26,4	A
10:00	26,7	A	26,0	A	26,5	A
10:15	26,9	A	26,1	A	26,8	A
10:30	26,9	A	26,4	A	26,9	A
10:45	27,1	A	26,6	A	27,0	A
11:00	27,2	A	26,8	A	27,2	A
11:15	27,2	A	26,8	A	27,4	A
11:30	27,2	A	26,7	A	27,5	A
11:45	27,2	A	26,7	A	27,5	A
12:00	27,2	A	26,7	A	27,5	A
12:15	27,4	A	27,0	A	27,7	A
12:30	27,6	A	27,2	A	28,0	A
12:45	27,7	A	27,4	A	28,1	A
13:00	27,8	A	27,4	A	28,2	A
13:15	28,0	A	27,5	A	28,3	A
13:30	28,0	A	27,7	A	28,4	A
13:45	28,0	A	27,6	A	28,4	A
14:00	28,0	A	27,6	A	28,4	A
14:15	28,0	A	27,7	A	28,4	A
14:30	28,0	A	27,5	A	28,4	A

14:45	27,9	A	27,4	A	28,4	A
15:00	27,9	A	27,5	A	28,4	A
15:15	27,8	A	27,6	A	28,4	A
15:30	27,8	A	27,6	A	28,4	A
15:45	27,8	A	27,6	A	28,3	A
16:00	27,7	A	27,5	A	28,3	A
16:15	27,6	A	27,4	A	28,1	A
16:30	27,5	A	27,3	A	28,0	A
16:45	27,5	A	27,3	A	27,8	A
17:00	27,4	A	27,3	A	27,5	A
17:15	27,2	A	27,0	A	27,3	A
17:30	27,1	A	26,8	A	27,0	A
17:45	26,9	A	26,5	A	26,8	A
18:00	26,6	A	26,5	A	26,8	A
18:15	26,7	A	26,4	A	26,8	A
18:30	26,8	A	26,5	A	26,6	A
18:45	26,8	A	26,5	A	26,5	A
19:00	26,7	A	26,3	A	26,2	A
19:15	26,5	A	26,0	A	26,0	A
19:30	26,4	A	25,9	A	25,9	A
19:45	26,3	A	25,8	A	25,7	A
20:00	26,3	A	25,8	A	25,6	A
20:15	26,6	A	25,8	A	26,0	A
20:30	26,7	A	25,9	A	26,1	A
20:45	26,6	A	25,9	A	26,0	A
21:00	26,5	A	25,8	A	25,8	A
21:15	26,4	A	25,7	A	25,7	A
21:30	26,2	A	25,5	A	25,6	A
21:45	26,1	A	25,4	A	25,5	A
22:00	26,2	A	25,3	A	25,5	A
22:15	26,2	A	25,2	A	25,1	A
22:30	25,9	A	25,1	A	24,9	A
22:45	25,6	A	24,9	A	24,9	A
23:00	25,3	A	24,9	A	24,8	A
23:15	25,1	A	24,7	A	24,5	A
23:30	25,0	A	24,5	A	24,4	A
23:45	24,9	A	24,4	A	24,2	A

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

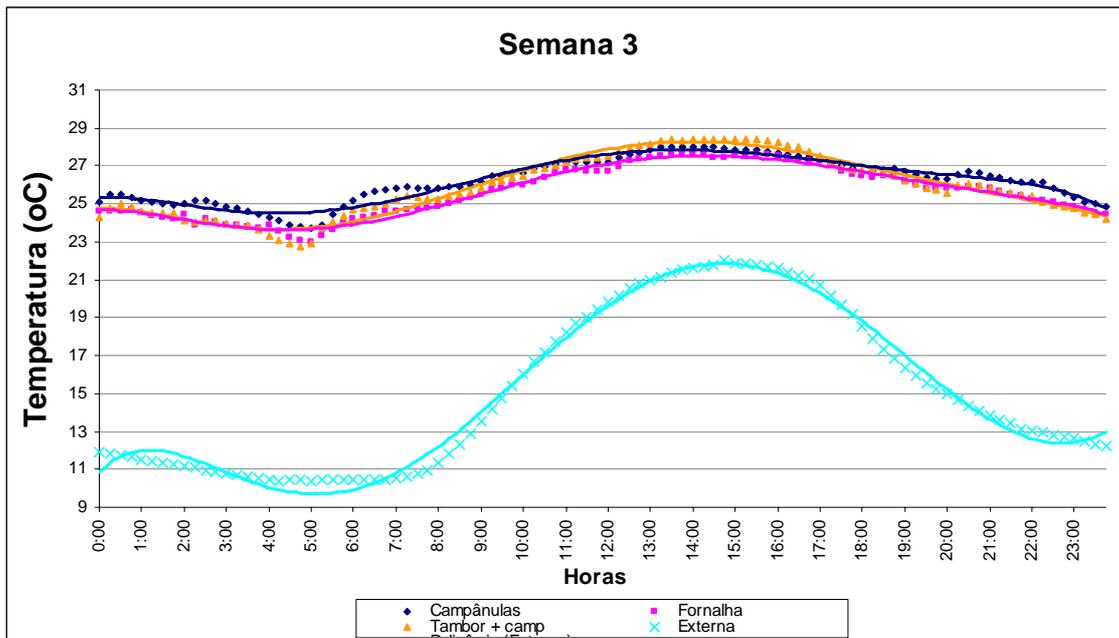


Figura 12 – Valores de temperatura média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a terceira semana de vida das aves

A partir da terceira semana de alojamento, os sistemas de aquecimento deixaram de ser utilizados, sendo a manutenção da temperatura interna de todos os galpões feita apenas através do manejo de cortinas.

Pode-se verificar que em 99% dos horários analisados não houve diferença estatística entre os valores de temperatura registrados no interior dos galpões. As amplitudes térmicas registradas nos três tratamentos foram 4,3°C, 4,6°C e 5,5°C para as campânulas, fornalha e tambor de aquecimento por radiação + campânulas, respectivamente. Os valores médios de temperatura apresentaram valores mínimos próximo das 5 horas e valores máximos próximo das 14 horas.

Pode-se verificar que apenas o manejo de cortinas não foi suficiente para manter as aves numa faixa ideal de temperatura em nenhum dos galpões analisados. Durante todo o período compreendido entre 22:00h até 8:00h, a temperatura dentro dos aviários esteve abaixo do limite inferior da linha de conforto, indicando a necessidade de se continuar os sistemas de aquecimento para tornar o ambiente de criação das aves adequado ao seu desenvolvimento durante a terceira semana de vida das mesmas.

#### 4.1.4 Quarta semana de vida das aves

Os dados médios diários de temperatura, obtidos durante a quarta semana de experimento a partir dos nove galpões experimentais, para os três tratamentos, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, se encontram na Tabela 10. A representação gráfica se encontra na Figura 13.

Tabela 10 - Valores de temperatura média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fôrnalha e tambor + campânulas, durante a terceira semana de vida das aves

Semana 4	Temperatura					
	hora	Campânulas	Fornalha		Tambor + camp	
00:00	23,8	A	23,6	A	22,6	A
00:15	23,7	A	23,5	AB	22,3	B
00:30	23,5	A	23,3	AB	22,2	B
00:45	23,4	A	23,0	AB	22,1	B
01:00	23,3	A	22,9	AB	22,0	B
01:15	23,2	A	22,7	AB	21,8	B
01:30	23,1	A	22,5	AB	21,7	B
01:45	22,9	A	22,5	AB	21,6	B
02:00	23,0	A	22,3	AB	21,5	B
02:15	23,1	A	22,3	AB	21,6	B
02:30	23,2	A	22,6	AB	21,9	B
02:45	23,3	A	22,4	AB	22,0	B
03:00	23,2	A	22,4	AB	21,8	B
03:15	23,1	A	22,4	AB	21,7	B
03:30	23,0	A	22,3	AB	21,7	B
03:45	23,0	A	22,3	AB	21,4	B
04:00	22,7	A	22,2	AB	21,1	B
04:15	22,5	A	22,2	AB	21,1	B
04:30	22,6	A	22,3	AB	21,2	B
04:45	22,5	A	22,4	AB	21,3	B
05:00	22,5	A	22,2	A	21,3	A
05:15	22,6	A	22,5	A	21,7	A
05:30	22,9	A	22,6	A	21,8	A
05:45	23,1	A	22,8	A	21,9	A
06:00	23,3	A	22,9	AB	22,0	B
06:15	23,5	A	23,1	AB	22,0	B
06:30	23,7	A	23,1	AB	22,2	B
06:45	23,7	A	23,2	A	22,4	A
07:00	23,6	A	23,3	A	22,5	A
07:15	23,7	A	23,2	AB	22,5	B
07:30	23,8	A	23,2	A	22,6	A
07:45	23,8	A	23,2	A	22,6	A
08:00	23,7	A	23,3	A	22,6	A
08:15	23,6	A	23,4	A	22,6	A
08:30	23,7	A	23,5	A	22,7	A
08:45	23,7	A	23,7	A	23,0	A
09:00	23,9	A	24,0	A	23,3	A
09:15	24,2	A	24,1	A	23,7	A
09:30	24,4	A	24,3	A	23,9	A

09:45	24,5	A	24,4	A	24,1	A
10:00	24,7	A	24,6	A	24,3	A
10:15	25,0	A	24,8	A	24,6	A
10:30	25,1	A	24,9	A	24,7	A
10:45	25,3	A	25,1	A	24,9	A
11:00	25,4	A	25,2	A	25,1	A
11:15	25,7	A	25,4	A	25,2	A
11:30	25,9	A	25,7	A	25,3	A
11:45	26,2	A	25,9	A	25,6	A
12:00	26,4	A	26,0	A	25,9	A
12:15	26,6	A	26,2	A	26,2	A
12:30	26,6	A	26,3	A	26,4	A
12:45	26,7	A	26,5	A	26,5	A
13:00	26,9	A	26,7	A	26,7	A
13:15	27,0	A	26,9	A	26,7	A
13:30	27,0	A	27,0	A	26,8	A
13:45	27,0	A	27,1	A	26,7	A
14:00	27,0	A	27,0	A	26,7	A
14:15	26,9	A	27,1	A	26,8	A
14:30	26,9	A	27,0	A	26,8	A
14:45	27,1	A	27,0	A	26,9	A
15:00	27,1	A	27,0	A	27,0	A
15:15	27,2	A	27,1	A	27,0	A
15:30	27,1	A	27,1	A	27,1	A
15:45	27,1	A	27,2	A	27,1	A
16:00	27,1	A	27,2	A	27,1	A
16:15	27,0	A	27,2	A	27,1	A
16:30	26,9	A	27,1	A	27,0	A
16:45	26,9	A	26,9	A	26,9	A
17:00	26,6	A	26,6	A	26,5	A
17:15	26,3	A	26,0	A	25,9	A
17:30	26,0	A	25,6	A	25,7	A
17:45	25,8	A	25,4	A	25,7	A
18:00	25,6	A	25,2	A	25,6	A
18:15	25,5	A	25,2	A	25,4	A
18:30	25,3	A	25,0	A	25,1	A
18:45	25,2	A	24,8	A	24,7	A
19:00	25,0	A	24,7	A	24,3	A
19:15	24,9	A	24,5	A	24,0	A
19:30	24,6	A	24,2	A	23,9	A
19:45	24,5	A	24,1	A	23,7	A
20:00	24,4	A	23,8	A	23,4	A
20:15	24,2	A	23,6	A	23,2	A
20:30	24,2	A	23,6	A	23,2	A
20:45	24,1	A	23,5	A	23,1	A
21:00	23,9	A	23,3	A	22,9	A
21:15	23,7	A	23,2	A	22,6	A
21:30	23,5	A	23,1	A	22,5	A
21:45	23,4	A	22,4	A	23,0	A
22:00	23,4	A	22,8	A	22,2	A
22:15	23,4	A	22,6	A	22,3	A
22:30	23,7	A	23,0	A	22,6	A
22:45	23,8	A	23,1	A	22,8	A
23:00	23,6	A	23,1	A	22,7	A

23:15	23,5	A	23,2	A	22,6	A
23:30	23,6	A	23,2	A	22,6	A
23:45	23,6	A	23,1	A	22,6	A

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

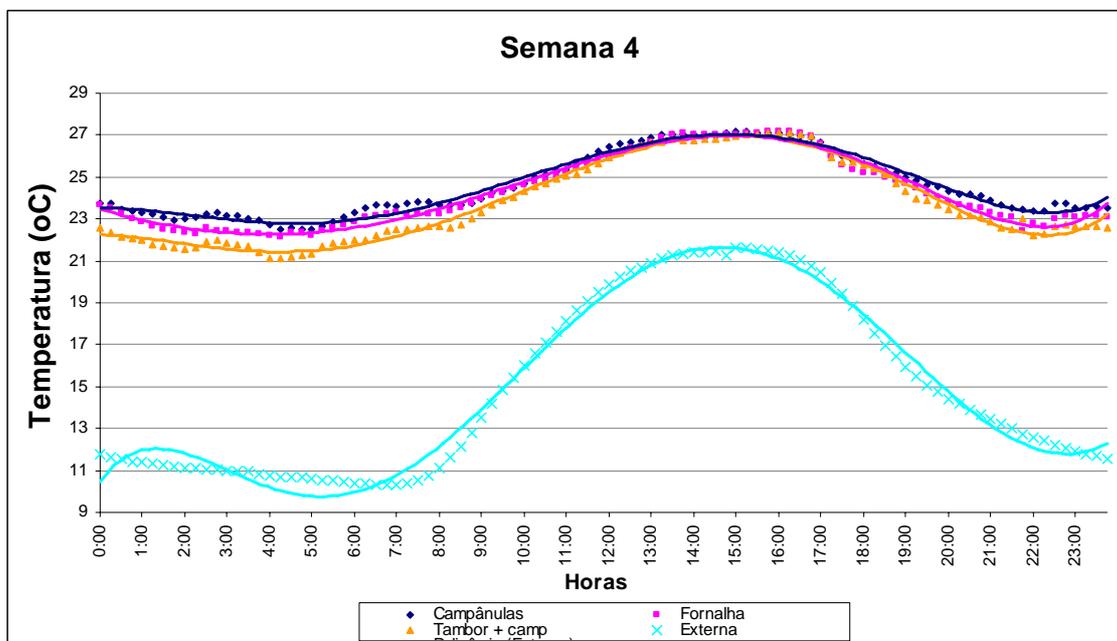


Figura 13 - Valores de temperatura média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a quarta semana de vida das aves

Verifica-se que, assim como ocorreu na terceira semana de vida das aves, na maioria dos horários analisados (75%) não houve diferença estatística entre os valores de temperatura do ar interno aos galpões. As amplitudes térmicas dos três tratamentos foram 4,5°C, 4,8°C e 5,5°C para os sistemas campânula, fornalha e tambor de aquecimento por radiação + campânula, respectivamente. Os valores médios de temperatura apresentaram valores mínimos próximo das 5 horas e valores máximos próximo das 13:30 horas.

Para a quarta semana de criação, as aves estiveram constantemente submetidas a uma faixa de conforto térmico bastante próxima a ideal (23 a 26°C) mostrando que o manejo de cortinas foi suficiente para criar um ambiente adequado as exigências térmicas das aves.

Verifica-se que houve um período de estresse por calor durante o período de 12h a 17h e um período de frio durante o período de 2:00h as 6:00h.

## 4.2 Umidade relativa do ar

### 4.2.1 Primeira semana de vida das aves

Os dados médios diários de umidade relativa, obtidos durante a primeira semana de experimento a partir dos 9 galpões experimentais, para os três tratamentos, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, se encontram na Tabela 11. A representação gráfica se encontra na Figura 14.

Tabela 11 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a primeira semana de vida das aves

Semana 1	UR						
	hora	Campânulas		Fornalha		Tambor + camp	
	00:00	61,3	A	57,6	B	49,5	C
	00:15	61,2	A	57,7	B	49,6	C
	00:30	61,2	A	56,9	B	49,0	C
	00:45	61,2	A	56,8	B	49,3	C
	01:00	61,2	A	56,0	B	49,3	C
	01:15	60,9	A	56,3	B	49,2	C
	01:30	61,2	A	56,4	B	49,1	C
	01:45	61,0	A	56,7	B	49,5	C
	02:00	61,0	A	57,1	B	49,4	C
	02:15	61,4	A	57,3	B	49,6	C
	02:30	61,3	A	57,5	B	49,9	C
	02:45	61,3	A	58,0	B	49,8	C
	03:00	61,2	A	57,9	B	50,0	C
	03:15	61,3	A	58,6	A	50,1	B
	03:30	61,2	A	59,0	A	49,7	B
	03:45	61,2	A	58,4	A	50,2	B
	04:00	62,3	A	58,2	B	50,6	C
	04:15	62,1	A	57,9	B	50,1	C
	04:30	62,0	A	57,4	B	49,8	C
	04:45	62,1	A	56,3	B	49,5	C
	05:00	61,8	A	55,7	B	49,6	C
	05:15	61,3	A	55,5	B	49,0	C
	05:30	61,3	A	55,4	B	49,3	C
	05:45	61,3	A	55,2	B	48,9	C
	06:00	61,2	A	55,6	B	49,1	C
	06:15	61,4	A	55,7	B	49,2	C
	06:30	61,4	A	56,5	B	49,1	C
	06:45	61,6	A	56,5	B	49,2	C
	07:00	62,1	A	57,6	B	49,4	C
	07:15	62,2	A	57,7	B	50,1	C
	07:30	62,1	A	57,7	B	50,0	C
	07:45	62,1	A	57,5	B	50,4	C
	08:00	62,3	A	57,9	B	50,9	C
	08:15	62,5	A	57,7	B	50,3	C
	08:30	62,9	A	57,9	B	50,8	C
	08:45	63,1	A	58,2	B	51,1	C
	09:00	63,0	A	58,9	B	50,9	C
	09:15	63,3	A	59,0	B	51,4	C

09:30	63,4	A	58,8	B	51,6	C
09:45	63,6	A	59,2	B	51,9	C
10:00	63,1	A	59,7	B	51,5	C
10:15	62,9	A	60,2	A	51,2	B
10:30	62,6	A	59,9	A	50,8	B
10:45	62,4	A	60,8	A	50,8	B
11:00	61,7	A	60,3	A	50,2	B
11:15	61,5	A	59,5	A	49,2	B
11:30	61,1	A	59,5	A	49,0	B
11:45	60,6	A	59,1	A	48,6	B
12:00	59,5	A	58,8	A	47,9	B
12:15	59,0	A	59,0	A	47,2	B
12:30	57,2	A	57,6	A	46,5	B
12:45	57,1	A	56,9	A	46,3	B
13:00	56,8	A	56,8	A	45,6	B
13:15	55,5	A	56,2	A	44,4	B
13:30	55,7	A	55,4	A	44,6	B
13:45	55,5	A	54,6	A	43,9	B
14:00	55,0	A	54,2	A	44,2	B
14:15	55,0	A	54,4	A	44,2	B
14:30	55,0	A	54,4	A	44,9	B
14:45	55,2	A	54,2	A	45,3	B
15:00	55,3	A	54,1	A	44,8	B
15:15	55,4	A	54,5	A	44,9	B
15:30	56,1	A	54,7	A	45,5	B
15:45	56,0	A	54,4	A	45,4	B
16:00	56,8	A	55,1	A	45,8	B
16:15	57,1	A	55,7	A	46,4	B
16:30	57,7	A	56,6	A	46,9	B
16:45	58,0	A	57,3	A	48,1	B
17:00	58,9	A	57,4	A	48,2	B
17:15	59,4	A	57,7	A	48,8	B
17:30	60,7	A	58,5	A	50,3	B
17:45	61,3	A	58,7	A	51,1	B
18:00	62,0	A	59,2	A	51,2	B
18:15	62,5	A	59,1	B	51,7	C
18:30	62,6	A	59,2	B	51,8	C
18:45	63,0	A	59,0	B	51,9	C
19:00	63,3	A	59,0	B	51,8	C
19:15	63,3	A	59,2	B	51,4	C
19:30	63,5	A	58,7	B	51,5	C
19:45	63,5	A	58,8	B	51,3	C
20:00	63,6	A	59,0	B	51,1	C
20:15	64,1	A	58,6	B	51,0	C
20:30	64,0	A	58,6	B	51,1	C
20:45	63,6	A	58,8	B	51,2	C
21:00	63,3	A	58,7	B	51,3	C
21:15	63,2	A	59,2	B	51,6	C
21:30	62,9	A	59,5	B	50,9	C
21:45	62,8	A	59,3	B	51,0	C
22:00	62,6	A	59,1	B	50,7	C
22:15	62,8	A	58,9	B	50,6	C
22:30	62,6	A	59,2	B	50,5	C
22:45	62,7	A	58,1	B	50,9	C

23:00	62,7	A	58,2	B	50,5	C
23:15	62,3	A	57,9	B	50,5	C
23:30	62,4	A	57,6	B	50,2	C
23:45	62,1	A	57,9	B	50,4	C

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

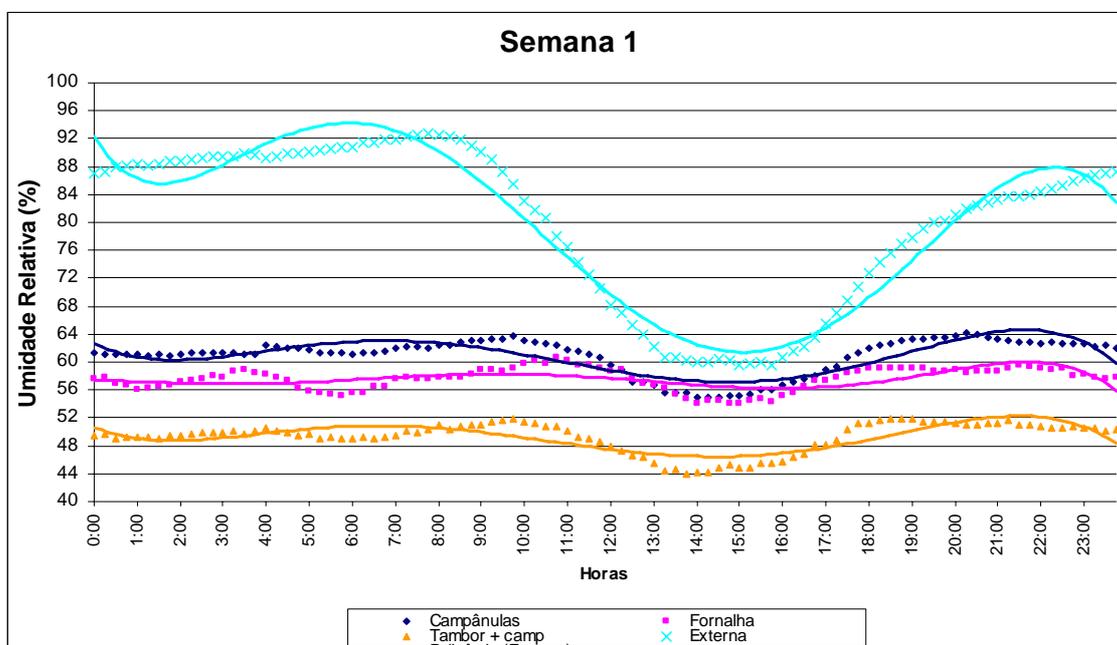


Figura 14 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a primeira semana de vida das aves

Por meio da Figura 14, pode-se verificar que os aviários submetidos aos três tratamentos apresentaram valores de umidade relativa do ar dentro da faixa considerada adequada ao desenvolvimento dos animais na primeira semana de vida, segundo BIAIO (1995). Os maiores valores de temperatura (Figura 5) foram acompanhados pelos menores valores de umidade relativa do ar, conforme esperado. No ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânulas, detectou-se os menores valores de umidade relativa, seguido pelos sistemas fornalha e campânulas. Os valores mínimos de umidade relativa foram encontrados próximo às 14 horas, quando os valores de temperatura do ar dentro das instalações atingiram valores mais elevados.

#### 4.2.2 Segunda semana de vida das aves

Os dados médios diários de umidade relativa do ar, obtidos durante a segunda semana de experimento a partir dos 9 galpões experimentais, para os três tratamentos, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos se encontram no Tabela 12. A representação gráfica se encontra na Figura 15.

Tabela 12 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a segunda semana de vida das aves

Semana 2	UR						
	hora	Campânulas		Fornalha		Tambor+camp	
00:00	74,1	A		70,1	B	60,7	C
00:15	74,1	A		70,9	B	62,4	C
00:30	73,2	A		69,9	B	61,5	C
00:45	73,1	A		69,6	B	61,6	C
01:00	73,1	A		69,6	B	61,7	C
01:15	73,3	A		69,3	B	61,8	C
01:30	73,1	A		69,6	B	62,1	C
01:45	73,7	A		69,8	B	62,1	C
02:00	73,0	A		70,1	A	62,2	B
02:15	73,9	A		69,8	B	61,5	C
02:30	73,5	A		70,2	B	63,1	C
02:45	73,1	A		69,6	B	62,5	C
03:00	72,6	A		69,7	A	62,4	B
03:15	73,2	A		69,5	B	61,9	C
03:30	72,6	A		69,4	B	61,8	C
03:45	72,5	A		69,8	A	61,2	B
04:00	73,0	A		70,7	A	60,6	B
04:15	72,9	A		69,7	B	60,8	C
04:30	72,8	A		69,6	B	60,8	C
04:45	73,0	A		69,4	B	60,9	C
05:00	72,9	A		69,8	B	61,9	C
05:15	73,6	A		70,5	B	61,8	C
05:30	72,8	A		69,9	A	61,4	B
05:45	72,4	A		69,4	B	61,6	C
06:00	74,3	A		69,2	B	62,4	C
06:15	74,9	A		71,1	B	63,9	C
06:30	74,1	A		72,0	A	63,2	B
06:45	73,8	A		72,0	A	62,9	B
07:00	73,5	A		71,6	A	63,3	B
07:15	73,1	A		70,8	A	63,1	B
07:30	73,5	A		71,2	A	63,1	B
07:45	73,2	A		70,9	A	63,0	B
08:00	73,6	A		70,7	A	63,6	B
08:15	73,3	A		71,2	A	62,6	B
08:30	72,8	A		71,7	A	63,5	B
08:45	72,7	A		72,1	A	63,3	B
09:00	72,8	A		72,3	A	63,6	B
09:15	73,1	A		71,7	A	63,2	B
09:30	73,4	A		72,2	A	63,2	B
09:45	74,0	A		72,2	A	63,0	B
10:00	73,7	A		72,7	A	63,0	B
10:15	73,2	A		72,6	A	63,6	B
10:30	73,0	A		72,1	A	62,7	B
10:45	72,6	A		71,3	A	62,5	B
11:00	72,6	A		70,7	A	62,8	B
11:15	71,3	A		70,4	A	60,9	B
11:30	71,2	A		69,6	A	61,2	B

11:45	71,0	A	70,1	A	60,7	B
12:00	70,9	A	69,5	A	60,9	B
12:15	69,4	A	68,8	A	60,1	B
12:30	69,8	A	68,3	A	61,0	B
12:45	69,0	A	68,7	A	60,1	B
13:00	69,5	A	68,4	A	60,1	B
13:15	68,6	A	67,4	A	60,3	B
13:30	67,9	A	66,9	A	60,2	B
13:45	67,2	A	67,0	A	59,7	B
14:00	66,6	A	65,9	A	58,7	B
14:15	67,6	A	67,1	A	59,5	B
14:30	67,7	A	66,1	A	59,2	B
14:45	66,7	A	66,1	A	58,9	B
15:00	66,7	A	66,2	A	58,6	B
15:15	66,7	A	66,0	A	59,3	B
15:30	67,2	A	66,5	A	59,0	B
15:45	67,3	A	65,8	A	59,5	B
16:00	68,5	A	66,5	A	60,4	B
16:15	68,4	A	66,5	A	60,3	B
16:30	69,0	A	66,7	A	60,6	B
16:45	69,7	A	66,8	A	61,3	B
17:00	70,0	A	68,2	A	61,2	B
17:15	70,1	A	69,0	A	61,9	B
17:30	71,3	A	69,5	A	63,1	B
17:45	71,7	A	70,4	A	63,4	B
18:00	72,6	A	71,3	A	64,8	B
18:15	72,8	A	71,8	A	64,6	B
18:30	73,8	A	72,7	A	65,3	B
18:45	74,4	A	72,9	A	65,2	B
19:00	74,1	A	72,7	A	65,0	B
19:15	73,6	A	72,6	A	64,8	B
19:30	73,6	A	72,6	A	64,7	B
19:45	74,0	A	72,3	A	64,7	B
20:00	75,3	A	72,3	B	64,5	C
20:15	76,1	A	74,2	A	65,7	B
20:30	75,4	A	73,7	A	65,8	B
20:45	74,8	A	73,6	A	65,4	B
21:00	74,5	A	73,2	A	65,3	B
21:15	74,1	A	72,8	A	64,8	B
21:30	74,0	A	73,3	A	64,6	B
21:45	74,0	A	72,7	A	64,8	B
22:00	74,4	A	73,1	A	64,6	B
22:15	75,4	A	73,6	A	65,3	B
22:30	74,6	A	72,7	A	65,3	B
22:45	73,9	A	72,8	A	64,3	B
23:00	73,9	A	71,6	A	63,9	B
23:15	73,7	A	71,4	A	63,6	B
23:30	73,7	A	71,3	A	63,5	B
23:45	73,8	A	71,4	A	63,4	B

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

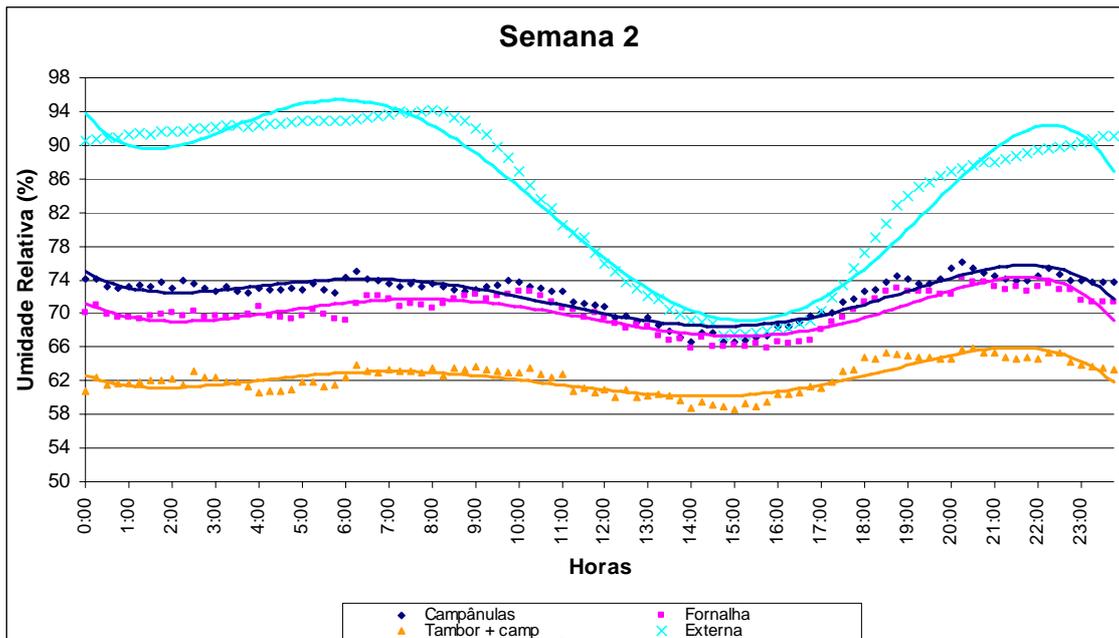


Figura 15 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a segunda semana de vida das aves

Como na primeira semana, pode-se verificar que os aviários submetidos aos três tratamentos apresentaram valores de umidade relativa do ar dentro da faixa considerada adequada ao desenvolvimento dos animais na segunda semana de vida, segundo BAIÃO (1995). Os maiores valores de temperatura foram acompanhados pelos menores valores de umidade relativa. No ambiente de criação aquecido pelo sistema tambor + campânulas foram detectados os menores valores de umidade relativa, seguido pelos sistemas fornalha e campânulas. Novamente valores mínimos de umidade relativa do ar foram encontrados próximo às 14 horas, quando os valores de temperatura do ar dentro das instalações atingiram valores mais elevados.

#### 4.2.3 Terceira semana de vida das aves

Os dados médios diários de umidade relativa do ar, obtidos durante a terceira semana de experimento nos 9 galpões experimentais, para os três tratamentos, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, encontram-se na Tabela 13. A representação gráfica se encontra na Figura 16.

Tabela 13 – Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a terceira semana de vida das aves

hora	Semana 3					
	Campânulas		UR			
			Fornalha		Tambor+camp	
0:00	76,7	A	75,4	A	71,5	B
0:15	76,4	A	75,6	A	74,3	A
0:30	75,4	AB	76,2	A	72,5	B
0:45	75,1	A	75,2	A	72,1	B
1:00	75,1	A	74,6	AB	72,0	B
1:15	75,5	A	75,0	A	71,9	B
1:30	75,6	A	75,3	A	72,7	A
1:45	75,5	A	75,2	AB	72,5	B
2:00	76,6	A	74,6	AB	71,8	B
2:15	76,9	A	76,7	A	72,7	B
2:30	75,9	A	75,6	A	73,5	A
2:45	75,6	A	75,7	A	72,5	B
3:00	75,7	A	76,0	A	72,4	B
3:15	76,0	A	75,7	A	72,4	B
3:30	75,7	A	75,3	AB	72,7	B
3:45	75,7	A	75,5	A	71,9	B
4:00	76,8	A	76,3	A	71,8	B
4:15	76,3	A	75,3	AB	72,5	B
4:30	76,2	A	76,0	A	72,6	B
4:45	76,5	A	76,2	A	72,9	B
5:00	76,9	A	76,9	A	74,9	A
5:15	78,7	A	77,7	AB	75,6	B
5:30	77,8	A	78,1	A	73,2	B
5:45	77,3	A	77,6	A	74,0	B
6:00	77,0	A	76,6	A	72,9	B
6:15	76,8	A	75,9	A	72,5	B
6:30	76,3	AB	76,9	A	73,4	B
6:45	76,7	A	76,4	A	72,6	B
7:00	75,6	AB	75,8	A	72,7	B
7:15	75,6	A	76,0	A	72,0	B
7:30	75,1	A	75,4	A	71,4	B
7:45	74,5	A	75,8	A	71,1	B
8:00	74,3	AB	75,1	A	71,3	B
8:15	73,9	AB	74,9	A	71,2	B
8:30	73,5	AB	75,3	A	71,5	B
8:45	73,5	AB	74,3	A	71,2	B
9:00	73,9	AB	74,3	A	71,0	B
9:15	72,9	A	73,6	A	70,8	A
9:30	72,0	AB	73,3	A	69,5	B
9:45	71,3	AB	72,7	A	69,5	B
10:00	71,1	A	71,5	A	69,1	A
10:15	70,9	AB	71,3	A	68,2	B
10:30	69,3	AB	70,4	A	67,2	B
10:45	68,7	A	69,2	A	66,2	A
11:00	66,8	A	67,7	A	65,1	A
11:15	65,3	A	65,7	A	64,3	A
11:30	64,8	A	65,3	A	63,2	A
11:45	63,8	A	63,9	A	61,6	A

12:00	62,7	A	63,3	A	61,5	A
12:15	61,8	A	63,0	A	60,7	A
12:30	60,3	A	61,4	A	60,5	A
12:45	59,6	A	60,6	A	58,6	A
13:00	59,7	A	59,5	A	59,2	A
13:15	59,1	A	59,5	A	58,2	A
13:30	57,8	A	58,1	A	56,8	A
13:45	57,4	A	57,3	A	56,5	A
14:00	56,2	A	58,0	A	56,2	A
14:15	56,1	A	55,4	A	55,5	A
14:30	55,7	A	55,0	A	55,4	A
14:45	56,1	A	55,6	A	55,3	A
15:00	55,2	A	56,5	A	54,9	A
15:15	55,7	A	56,2	A	54,9	A
15:30	55,5	A	56,1	A	55,2	A
15:45	54,9	A	56,1	A	55,1	A
16:00	55,8	A	56,7	A	55,3	A
16:15	56,3	A	57,2	A	55,3	A
16:30	57,3	A	57,1	A	56,1	A
16:45	59,0	A	59,3	A	56,8	A
17:00	59,6	A	60,1	A	58,7	A
17:15	61,8	A	61,6	A	59,9	A
17:30	63,6	A	63,4	A	62,0	A
17:45	65,6	A	64,8	A	63,0	A
18:00	67,1	A	66,7	A	65,4	A
18:15	69,2	A	68,7	A	65,6	B
18:30	70,1	A	70,1	A	66,6	B
18:45	71,3	A	70,8	A	67,8	B
19:00	71,1	A	70,9	AB	68,0	B
19:15	71,6	A	71,2	A	69,1	A
19:30	72,1	A	72,0	A	69,3	A
19:45	72,8	A	72,4	AB	69,7	B
20:00	73,9	A	72,5	AB	69,9	B
20:15	74,7	A	73,7	A	72,1	A
20:30	74,1	AB	74,2	A	71,1	B
20:45	73,8	A	73,8	A	70,5	B
21:00	73,6	AB	73,8	A	70,6	B
21:15	73,9	AB	74,0	A	70,9	B
21:30	73,8	A	73,8	A	71,0	A
21:45	75,1	A	74,1	AB	71,3	B
22:00	75,0	A	74,7	A	71,5	B
22:15	74,6	A	74,6	A	71,0	B
22:30	74,0	A	74,3	A	72,4	A
22:45	74,5	A	74,9	A	72,1	A
23:00	74,1	A	74,6	A	71,6	A
23:15	74,3	A	74,3	A	71,7	A
23:30	74,6	A	74,7	A	71,9	A
23:45	74,4	A	74,3	A	71,5	A

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

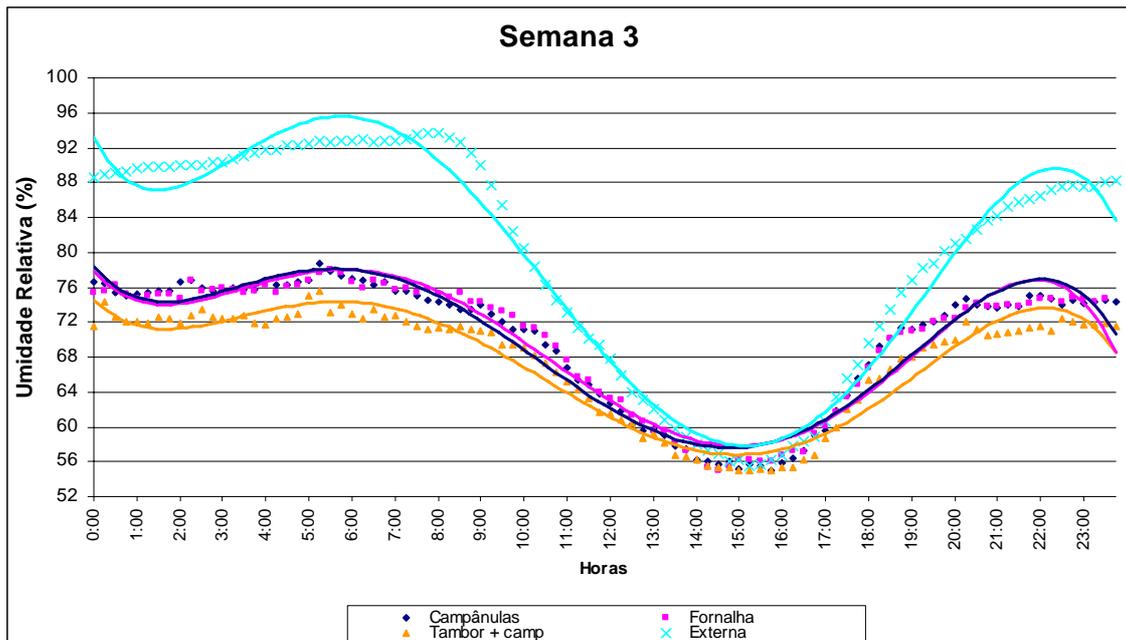


Figura 16 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, forno e tambor + campânulas, durante a terceira semana de vida das aves

A partir da terceira semana de alojamento, os sistemas de aquecimento deixaram de ser utilizados, sendo a manutenção do ambiente interno de todos os galpões feita apenas através do manejo de cortinas. Os três tratamentos mantiveram os ambientes de criação num valor de umidade relativa numa faixa considerada ideal para o desenvolvimento dos animais na terceira semana de vida, segundo BAIÃO (1995).

Pode-se perceber que em 99% dos horários analisados não houve diferença estatística entre os valores de umidade relativa do ar detectados nos galpões.

#### 4.2.4 Quarta semana de vida dos animais

Os dados médios diários de umidade relativa do ar, obtidos durante a quarta semana de experimento a partir dos nove galpões experimentais, para os três sistemas, das 0:00 horas até 23:45 horas, com intervalos de 15 minutos, se encontram na Tabela 14. A representação gráfica se encontra na Figura 17.

Tabela 14 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a quarta semana de vida das aves

Semana 4		UR				
hora	Campânulas		Fornalha		Tambor+camp	
0:00	74,0	AB	74,9	A	71,3	B
0:15	74,2	A	74,5	A	72,2	A
0:30	73,8	A	74,1	A	72,5	A
0:45	74,0	A	74,7	A	72,1	A
1:00	73,9	A	75,2	A	72,3	A
1:15	73,8	A	75,1	A	72,7	A
1:30	73,6	A	75,4	A	72,6	A
1:45	73,7	A	75,8	A	72,8	A
2:00	75,1	A	75,5	A	73,3	A
2:15	74,2	AB	76,5	A	73,5	B
2:30	75,8	A	76,2	A	74,7	A
2:45	74,7	A	75,5	A	73,2	A
3:00	74,6	AB	76,2	A	72,8	B
3:15	74,1	A	75,9	A	73,1	A
3:30	75,2	AB	75,8	A	72,5	B
3:45	74,7	AB	75,7	A	72,6	B
4:00	74,3	AB	76,1	A	72,5	B
4:15	75,7	A	76,0	A	74,0	A
4:30	75,5	AB	76,8	A	73,6	B
4:45	75,0	A	75,7	A	73,6	A
5:00	75,1	A	75,2	A	74,0	A
5:15	76,0	A	75,7	A	73,8	A
5:30	74,9	AB	76,1	A	73,0	B
5:45	74,9	A	75,4	A	72,6	A
6:00	75,5	A	75,9	A	73,0	A
6:15	75,0	A	75,5	A	72,9	A
6:30	74,9	A	75,7	A	73,9	A
6:45	73,5	A	75,0	A	72,6	A
7:00	73,2	A	74,5	A	72,2	A
7:15	74,7	A	74,8	A	72,3	A
7:30	73,3	A	74,0	A	71,8	A
7:45	72,2	A	74,0	A	71,4	A
8:00	71,7	A	73,5	A	70,7	A
8:15	71,9	A	73,7	A	71,2	A
8:30	71,9	A	73,8	A	70,9	A
8:45	71,4	A	73,2	A	71,2	A
9:00	71,0	A	72,2	A	69,9	A
9:15	70,5	A	71,5	A	69,7	A
9:30	69,0	A	71,0	A	68,3	A
9:45	67,8	AB	70,2	A	66,7	B
10:00	67,6	A	68,8	A	66,6	A
10:15	66,9	A	67,7	A	65,1	A
10:30	65,0	A	65,7	A	63,8	A
10:45	63,4	A	64,5	A	62,3	A
11:00	62,8	A	62,9	A	61,0	A
11:15	62,2	A	62,6	A	60,4	A
11:30	60,5	A	61,0	A	58,9	A
11:45	59,0	A	59,7	A	58,1	A

12:00	57,8	A	57,9	A	57,3	A
12:15	56,8	A	57,7	A	56,2	A
12:30	56,1	A	56,7	A	55,1	A
12:45	55,4	A	56,0	A	54,7	A
13:00	55,0	A	55,9	A	54,0	A
13:15	54,3	A	55,6	A	53,4	A
13:30	53,8	A	55,2	A	52,7	A
13:45	53,8	A	54,0	A	52,0	A
14:00	53,4	A	54,5	A	52,1	A
14:15	52,3	A	53,3	A	51,9	A
14:30	52,2	A	53,1	A	51,3	A
14:45	52,8	A	53,1	A	51,0	A
15:00	52,4	A	52,7	A	51,4	A
15:15	51,9	A	52,8	A	51,0	A
15:30	51,8	A	53,3	A	51,2	A
15:45	52,5	A	53,2	A	51,6	A
16:00	52,9	A	54,9	A	52,2	A
16:15	54,0	A	55,5	A	53,1	A
16:30	54,8	A	54,6	A	52,8	A
16:45	55,6	A	56,0	A	53,5	A
17:00	57,0	A	57,1	A	54,6	A
17:15	59,0	A	58,5	A	56,4	A
17:30	61,6	A	61,3	A	59,4	A
17:45	63,8	A	63,5	A	61,1	A
18:00	65,6	A	66,1	A	63,1	A
18:15	66,6	AB	67,0	A	63,5	B
18:30	67,9	A	68,1	A	64,6	B
18:45	68,7	A	69,2	A	65,2	B
19:00	69,3	AB	70,0	A	66,3	B
19:15	69,8	AB	70,5	A	67,5	B
19:30	70,4	A	70,7	A	68,3	A
19:45	70,9	AB	71,8	A	68,5	B
20:00	70,7	A	71,4	A	68,6	A
20:15	71,4	AB	72,2	A	69,2	B
20:30	71,6	AB	73,2	A	69,7	B
20:45	71,4	A	72,7	A	69,8	A
21:00	71,6	AB	72,7	A	69,6	B
21:15	72,5	AB	73,6	A	69,7	B
21:30	72,7	A	74,1	A	71,0	A
21:45	73,3	A	73,5	A	71,1	A
22:00	72,8	AB	73,9	A	70,1	B
22:15	73,7	A	74,0	A	72,4	A
22:30	74,7	A	76,3	A	73,5	A
22:45	73,3	AB	74,8	A	71,6	B
23:00	73,1	AB	74,7	A	71,3	B
23:15	73,8	AB	75,2	A	71,8	B
23:30	73,8	A	74,7	A	71,9	A
23:45	74,1	AB	74,7	A	71,6	B

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

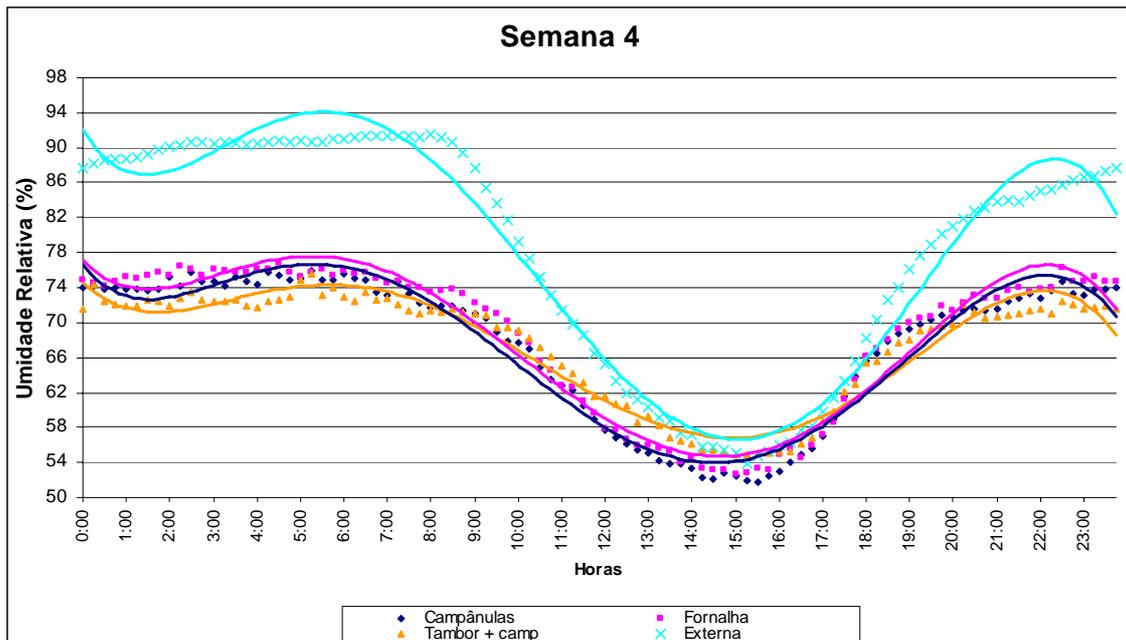


Figura 17 - Valores de Umidade Relativa do ar média, com intervalos de 15 minutos, observados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas, durante a quarta semana de vida das aves

Os três sistemas de aquecimento mantiveram os ambientes de criação numa faixa ideal de umidade relativa do ar para o desenvolvimento dos animais na terceira semana de vida dos mesmos, segundo BIAIO (1995).

Pode-se verificar que em 86% dos horários analisados não houve diferença estatística entre os valores de umidade relativa do ar detectadas nos galpões.

### 4.3 Comparação entre os sistemas quanto a capacidade de atender a temperatura pré-definida

No gráfico de diferenças de temperatura (Figuras 18 e 19), o eixo das abscissas representa o tempo de alojamento, enquanto o eixo das ordenadas representa, em graus, a diferença entre as temperaturas do ambiente interno e a temperatura ideal para o conforto térmico dos animais na primeira semana de vida.

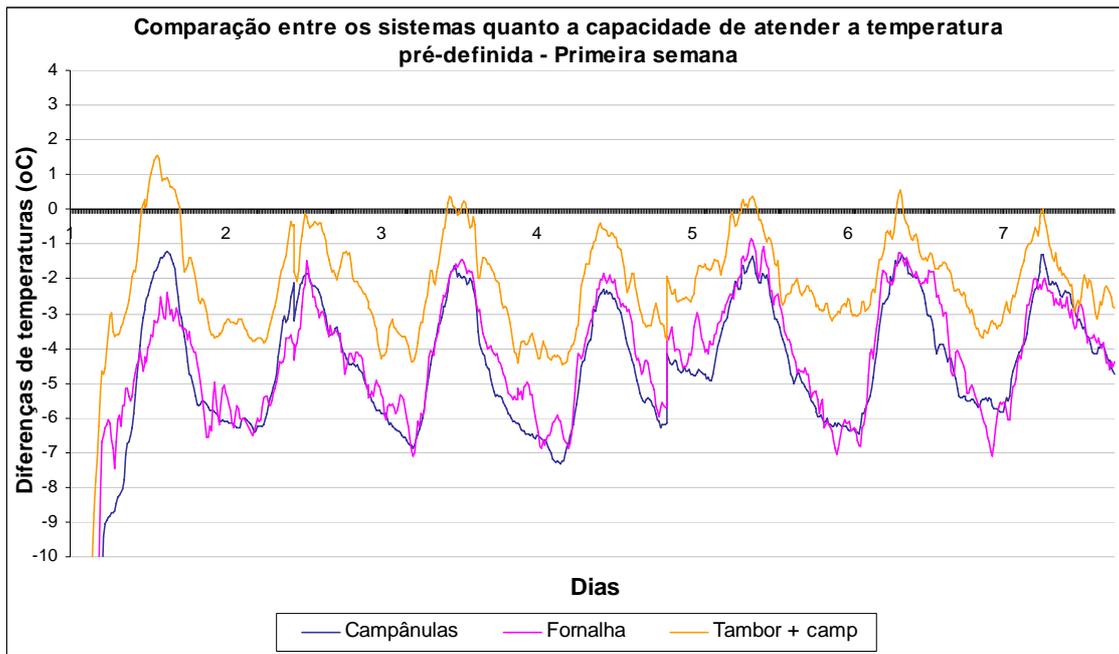


Figura 18 - Valores médios de diferença de temperatura (°C) detectados no ambientes aquecidos, correspondentes aos sistemas campânulas, fornalha e campânulas + tambores, na primeira semana de vida dos animais

Na Figura 18, pode-se verificar que as curvas acima da linha zero indicam o período de tempo em que a temperatura foi excessiva, enquanto as curvas abaixo indicam os momentos em que os sistemas não conseguiram atingir a temperatura ideal para o pleno desenvolvimento dos animais.

Nos ambientes aquecidos pelos três sistemas de aquecimento estudados foram detectadas variações térmicas, mostrando que os três sistemas não conseguiram manter a temperatura do ar no interior dos aviários dentro de uma faixa ideal em 100% do tempo. Este fato também é agravado pelas perdas devido, provavelmente, à vedação ineficiente das áreas dos aviários. O sistema de aquecimento fornalha se mostrou mais sensível a esse tipo de perda, o que pode ser observado pela maior oscilação da curva de eficiência, pois o ar aquecido tende a escapar pelas frestas deixadas pela vedação ineficiente.

Apenas nos ambientes aquecidos pelo sistema tambor + campânulas foi atingido o valor considerado ideal de temperatura do ar, em algumas horas do dia, enquanto nos outros ambientes de criação aquecidos pelos sistemas fornalha e campânulas, em nenhum momento foi atingido o valor ideal de temperatura. Nas horas mais frias, nos aviários aquecidos pelos sistemas campânula e fornalha, foi detectado um déficit de temperatura próximo a sete graus enquanto esse déficit de temperatura no ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânula foi próximo a quatro graus.

No aviário aquecido pelo sistema tambor + campânulas detectou-se temperatura excessiva no primeiro dia de alojamento, mostrando ser este, um sistema de aquecimento de controle mais complexo, e que requer manejo mais cuidadoso para que as aves não sofram problemas de estresse por calor. Este sobreaquecimento do ambiente também pode levar a combustão da cama na área abaixo e circunvizinha do tambor, fato ocorrido duas vezes durante o período experimental.

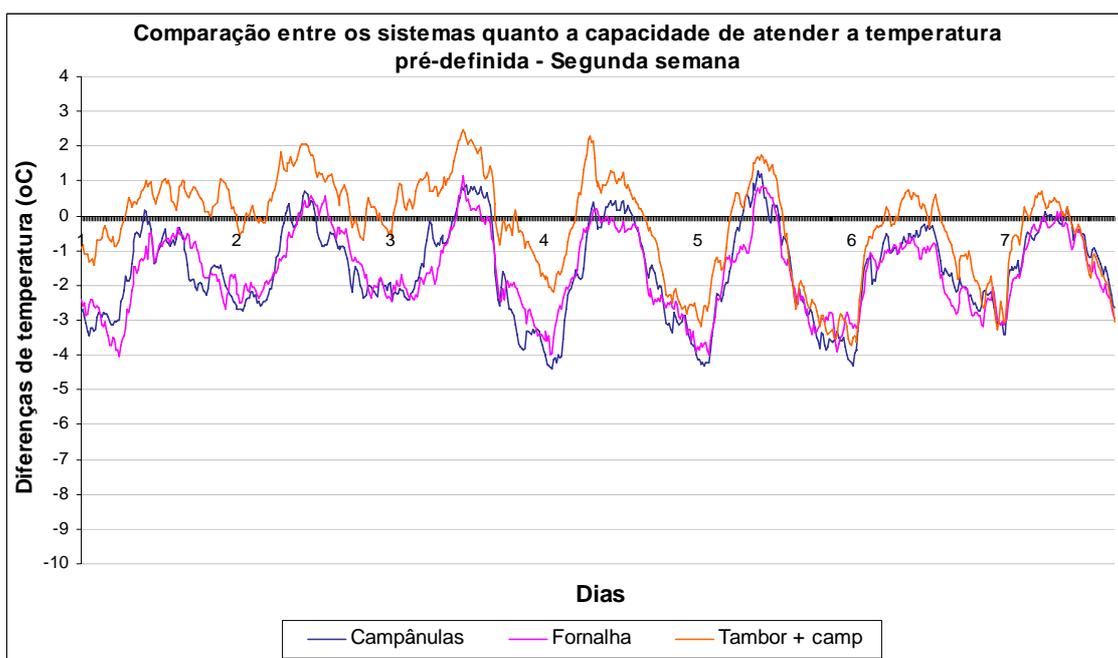


Figura 19 - Valores médios de diferença de temperatura (°C) detectados no ambientes aquecidos, correspondentes aos sistemas campânulas, fornalha e campânulas + tambores, na segunda semana de vida dos animais

Para a segunda semana de vida dos animais (segunda fase), os déficits foram menores, já que os sistemas de aquecimento foram menos exigidos, e também as temperaturas de conforto dos animais eram mais próximas das temperaturas ambientais. Mais uma vez no ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânulas detectaram-se os menores desvios em relação a temperatura de conforto, seguido pelos dois outros tratamentos que mostraram um comportamento bastante semelhante.

Para a segunda semana, nos ambientes aquecidos pelo sistema tambor + campânula detectou-se, com maior freqüência, problemas de aquecimento excessivo.

#### 4.4 Gases gerados nos diferentes ambientes de criação

Os valores médios semanais de concentrações de CO<sub>2</sub>, CO e NH<sub>3</sub>, encontrados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fôrnalha a lenha e tambores + campânulas, em ppm, nos dois períodos de estudo, se encontram na Tabela 15. A representações gráficas se encontra nas Figuras 20, 21 e 22.

Tabela 15 – Valores de concentrações médias semanais de NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> e CO, para os períodos matutino e vespertino, detectados nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas, fôrnalha e tambor + campânulas

TRATAMENTOS	NH <sub>3</sub>		CO <sub>2</sub>		CO		
	Matutino	Verpertino	Matutino	Verpertino	Matutino	Verpertino	
Semana 1	Campânulas	15,97a	14,78a	2105,69a	1556,83a	14,71a	7,58a
	Fornalha	13,73a	12,14b	1988,82a	1391,08a	2,74b	2,85b
	Tambor + camp	13,29a	11,85b	1484,8b	1208,41a	9,02c	5,63c
Valores seguidos de uma mesma letra na coluna não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey							
Semana 2	Campânulas	35,39a	28,01a	2269,93a	1852,05a	4,84a	0,85a
	Fornalha	30,64a	26,33a	2074,21b	1738,76a	1,33b	0,83a
	Tambor + camp	27,15b	21,36b	1931,59b	1834,14a	2,33b	0,72a
Valores seguidos de uma mesma letra na coluna não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey							
Semana 3	Campânulas	28,35a	19,95a	1399,97a	1048,24a		
	Fornalha	27,1ab	16,03b	1390,74a	1170,82a		
	Tambor + camp	26,21b	14,06c	1344,65a	1023,83a		
Valores seguidos de uma mesma letra na coluna não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey							
Semana 4	Campânulas	19,61a	10,48a	1100,93a	834,23a		
	Fornalha	20,03a	14,21b	1372,42a	953,51a		
	Tambor + camp	19,51a	16,93b	1162,18a	951,02a		
Valores seguidos de uma mesma letra na coluna não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey							

### Concentrações de CO<sub>2</sub>

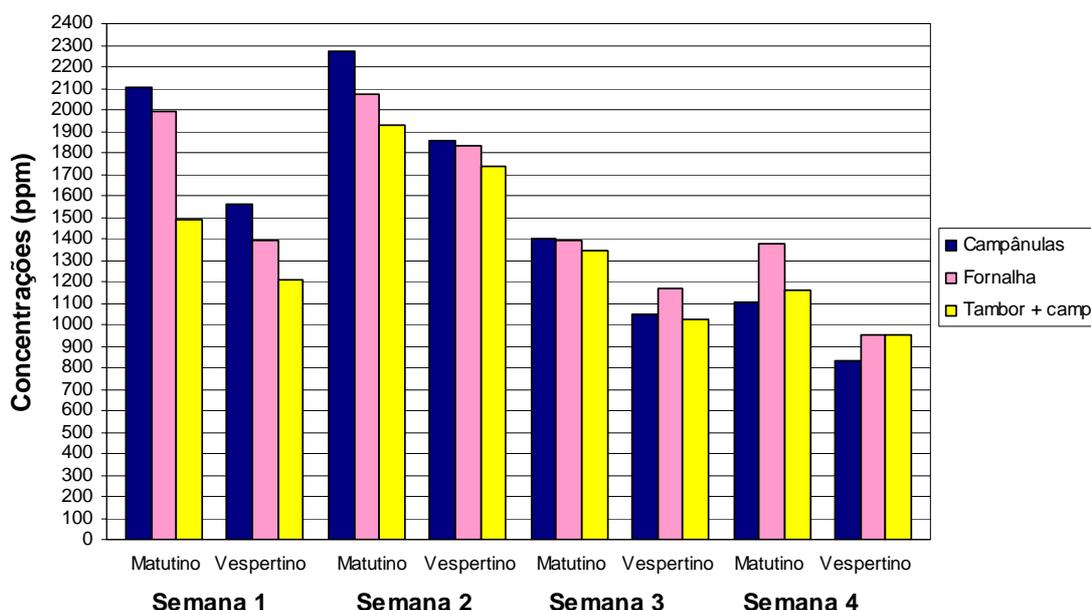


Figura 20 - Concentrações médias de CO<sub>2</sub> (ppm) encontradas nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambores + campânulas, nos períodos matutino e vespertino, para as quatro semanas de alojamento das aves

Os maiores valores médios de concentração de CO<sub>2</sub>, no período de aquecimento, foram encontrados nos aviários munidos com o sistema campânulas, seguido pelos sistemas fornalha e tambor + campânulas, respectivamente, tanto para o período matutino como para o vespertino. Apesar do sistema tambor + campânulas se caracterizar por duas fontes de combustão (gás e lenha), os aviários submetidos a esse tipo de tratamento apresentaram os menores valores de concentração de CO<sub>2</sub>, comparativamente aos demais tratamentos. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que os galpões onde utilizou-se o sistema tambor + campânulas foram mais frequentemente visitados pelo granjeiro, em razão de uma menor autonomia de combustível dos tambores em relação a fornalha. Com isso, a maior frequência de abertura das cortinas para possibilitar o acesso do granjeiro em sua tarefa de averiguação da temperatura ambiental e reabastecimento do tambor levou a uma maior circulação de ar e melhores valores de qualidade do mesmo, constatado pelos menores índices de CO<sub>2</sub>.

Nenhum dos três sistemas, nas quatro semanas de alojamento das aves, levou os aviários a apresentarem concentração média de CO<sub>2</sub> que oferecesse perigo as aves segundo os valores recomendados pela literatura para concentrações médias no interior de instalações para aves de corte.

### Concentrações de NH<sub>3</sub>

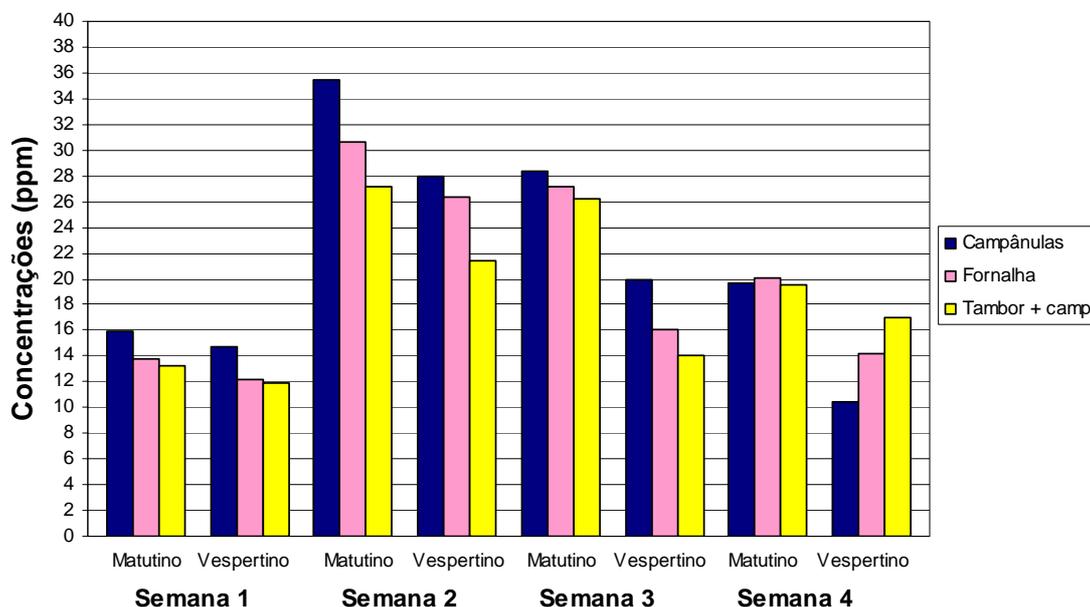


Figura 21 - Concentrações médias de NH<sub>3</sub> (ppm) encontradas nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambores + campânulas, nos períodos matutino e vespertino, para as quatro semanas de alojamento das aves

Os maiores valores médios de concentração de NH<sub>3</sub>, no período de utilização dos sistemas de aquecimento, foram observados nos ambientes aquecidos pelas campânulas a gás, seguido dos ambientes aquecidos pelos sistemas fornalha e tambor + campânulas. Os menores valores detectados no ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânulas podem ser explicados primeiramente pela maior abertura de cortinas devido ao manejo exigido pelo sistema, como explicado anteriormente. A maior temperatura e menor umidade do ar, também provocadas pelo sistema de aquecimento do tambor + campânulas, também resultou numa menor umidade de cama, o que levou a concentrações de amônia mais baixas que as detectadas nos ambiente aquecidos pelos outros sistemas de aquecimento avaliados.

Comparando-se com o valor recomendado por WATHER (1998), na segunda semana de alojamento e no período matutino da segunda semana, foram detectadas concentrações médias de NH<sub>3</sub> consideradas excessivas às que deveriam ser encontradas no interior de instalações para aves de corte.

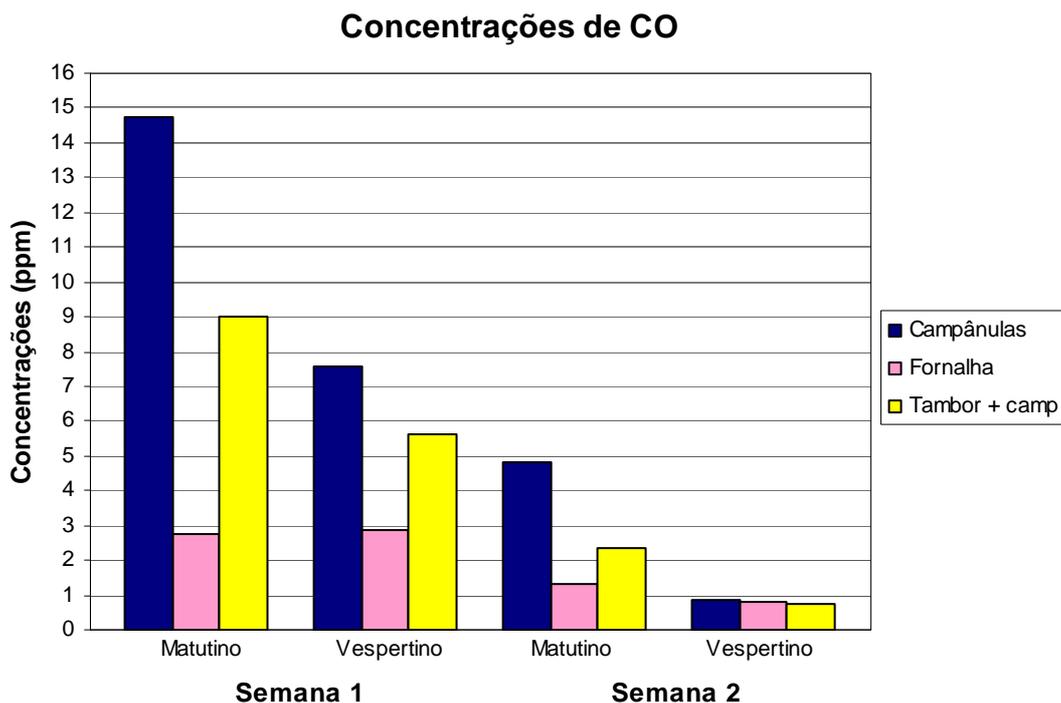


Figura 22 - Concentrações médias de CO (ppm) encontradas nos ambientes de criação aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambores + campânulas, nos períodos matutino e vespertino, para as quatro semanas de alojamento das aves

Os maiores valores médios de concentração de CO foram detectados nos ambientes aquecidos pelo sistema campânulas a gás, seguido dos ambientes aquecidos pelos sistemas tambor + campânulas e fornalha, respectivamente, para o período da manhã.

Apesar do sistema tambor + campânulas se caracterizar por duas fontes de combustão (gás e lenha), no ambiente aquecido pelo mesmo foram detectadas concentrações de CO inferiores ao ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás. Este fato ocorre em função do manejo necessário ao sistema tambor + campânulas, já explicado anteriormente. Evidenciou-se também, por meio da análise das concentrações de CO, que as campânulas a gás foram as maiores responsáveis pela queima incompleta do combustível gás, resultando em valores acima do tolerável no ambiente de criação

Como nos ambiente de criação aquecidos pelo sistema tambor + campânulas eram utilizadas as campânulas como suplemento, estas eram menos acionadas, o que resultou em menores concentrações de CO em comparação ao ambiente aquecido apenas pelo sistema campânulas.

No período matutino da primeira semana, no ambiente aquecido pelo sistema campânulas, foi detectada uma concentração média acima do tolerável para os animais, o que pode comprometer a saúde e a performance dos mesmos.

#### 4.4.1 Relação Gases – dias críticos X Temperatura

Nas Figuras 23 a 28, são relacionados os dias onde foram detectadas as maiores concentrações de CO, para as três propriedades nos lotes 1 e 2. Também estão representados os valores das temperatura internas e externas no horário das leituras.

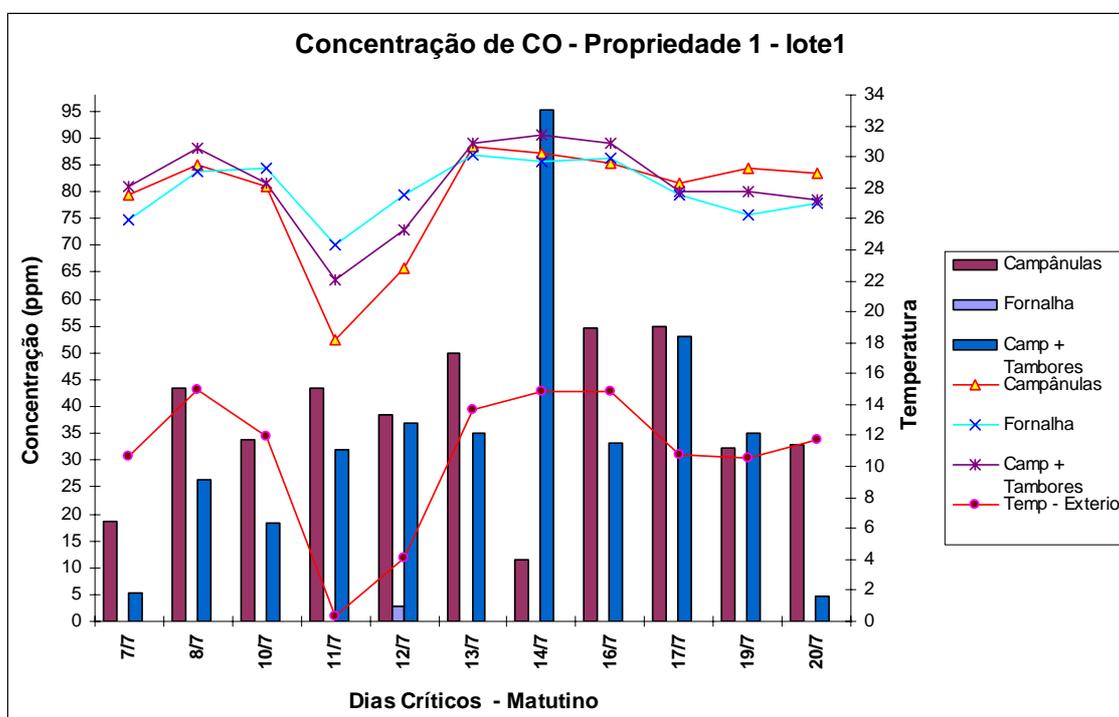


Figura 23 - Relação dos dias críticos de concentração de CO (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas para a propriedade 1, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação.

Pode-se constatar que dos onze dias seleccionados, no ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás foram detectadas as maiores concentrações de CO em 9 dias. O maior valor encontrado foi de 55 ppm para o dia 17/7. Ressalva apenas para o dia 14/7, em que, no ambiente aquecido pelos sistema tambor + campânulas, foi detectado um valor de 95 ppm, ocasionado por um entupimento da chaminé do tambor de aquecimento, que provocou uma rápida contaminação do ambiente interno da instalação com gases de combustão.

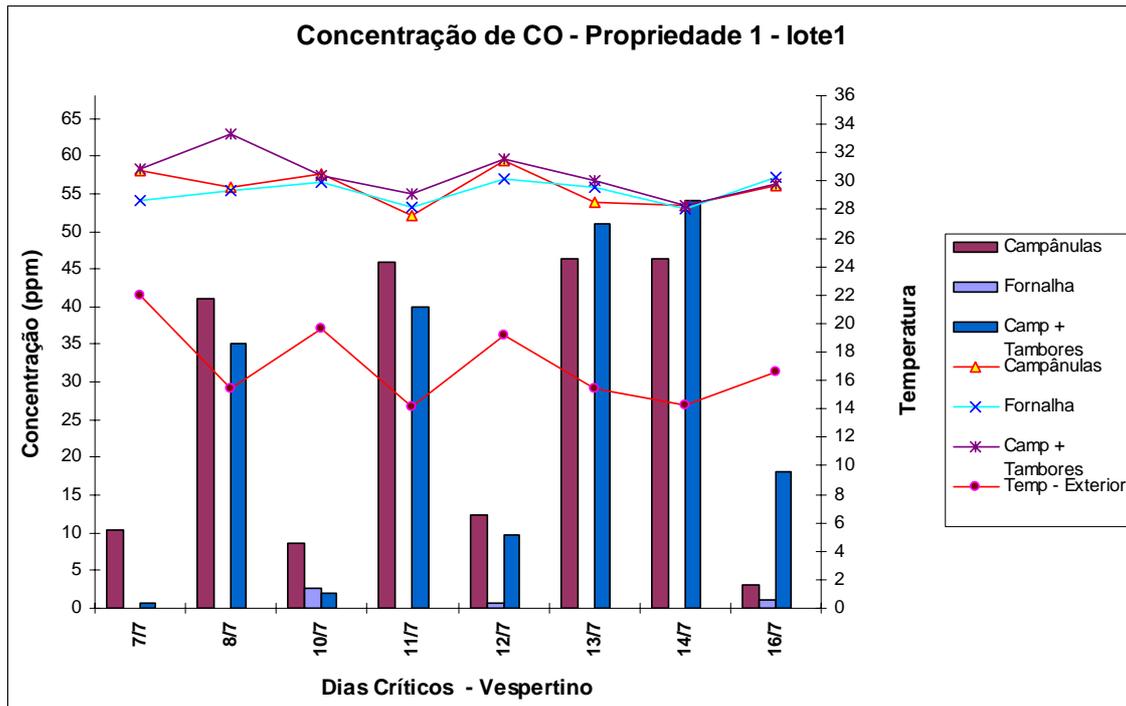


Figura 24 - Relação dos dias críticos de concentração de CO (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 1, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação.

Para o período vespertino, foram detectadas concentrações inferiores as observadas no período matutino, já que neste horário, dificilmente os sistemas de aquecimento foram acionados, com exceção dos dias em que as medias diárias de temperatura eram baixas, necessitando suplemento de energia para manter a temperatura interna. Tal fato ocorreu em oito dias para o primeiro lote, sendo as maiores concentrações detectadas no ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânulas em três destes dias, enquanto nos outros cinco dias, no ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás, foram detectadas as maiores concentrações.

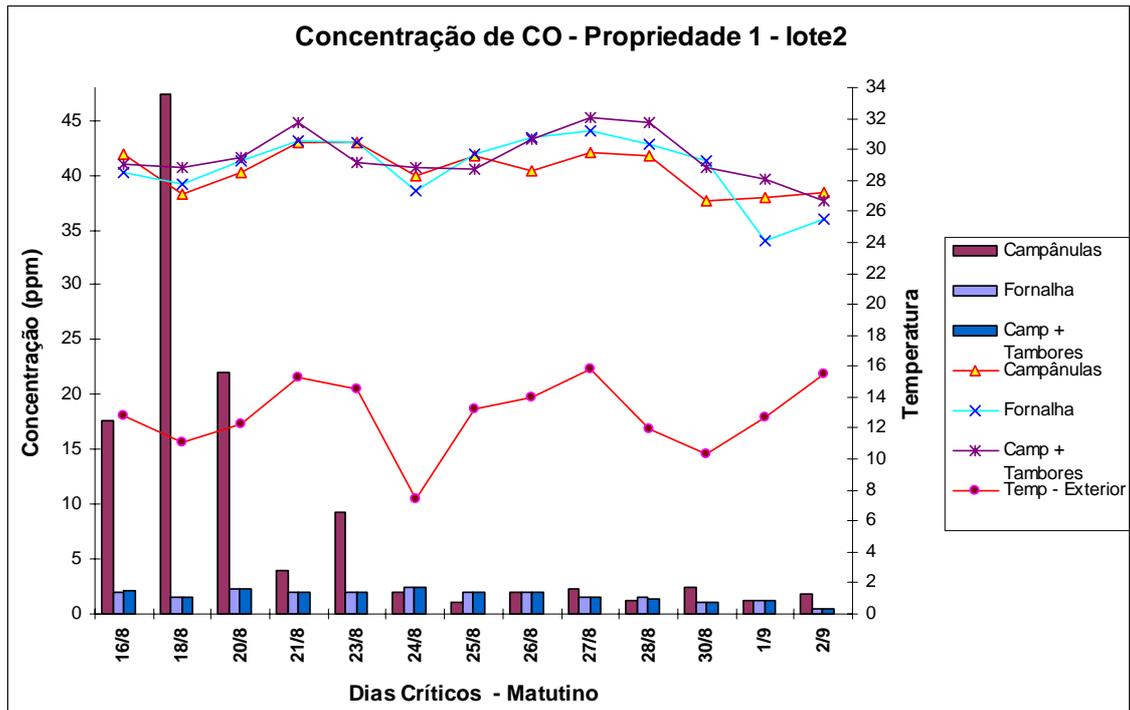


Figura 25 - Relação dos dias críticos de concentração de CO (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 1, para o período da manhã, durante o segundo lote de criação.

Para o segundo lote, no período da manhã, as concentrações instantâneas detectadas nos ambientes de criação foram inferiores as do primeiro lote, fato esse explicado pelo aumento da temperatura externa, exigindo menos dos sistemas de aquecimento. As maiores concentrações foram detectadas no ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás, já que no galpão aquecido pelo sistema tambor + campânulas, as campânulas permaneciam desligadas, sendo, a temperatura interna, mantida apenas através dos tambores de aquecimento, que quando bem manejados, não apresentam problemas de contaminação por esse gás.

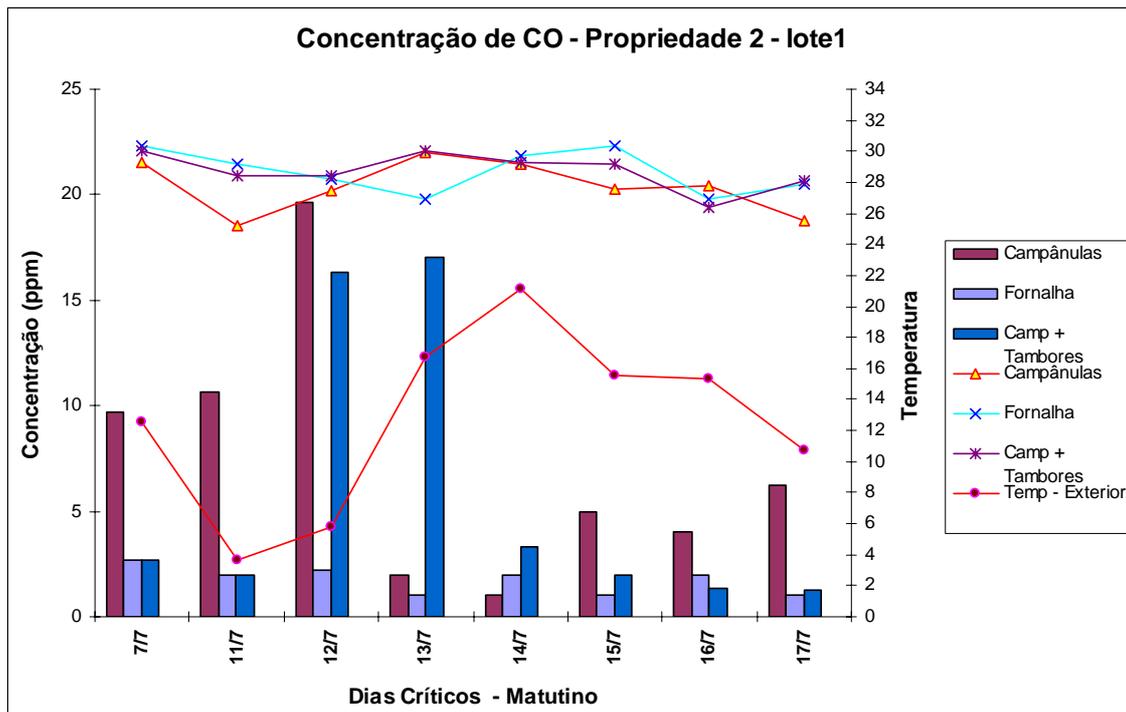


Figura 26 - Relação dos dias críticos de concentração de CO (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 2, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação.

Para a propriedade 2, as concentrações encontradas foram bastante inferiores às outras duas propriedades analisadas. Isso se deve ao fato dos sistemas de aquecimento serem menos exigidos em função do melhor isolamento do pinteiro. Isso pôde ser verificado pelo menor consumo de combustível dessa propriedade em relação às outras para o lote 1. No ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás, foram detectadas as maiores concentrações em seis dias, enquanto nos outros dois dias selecionados, no galpão aquecido pelo sistema tambor + campânulas foram detectadas maiores concentrações, devido principalmente, ao mau funcionamento da chaminé.

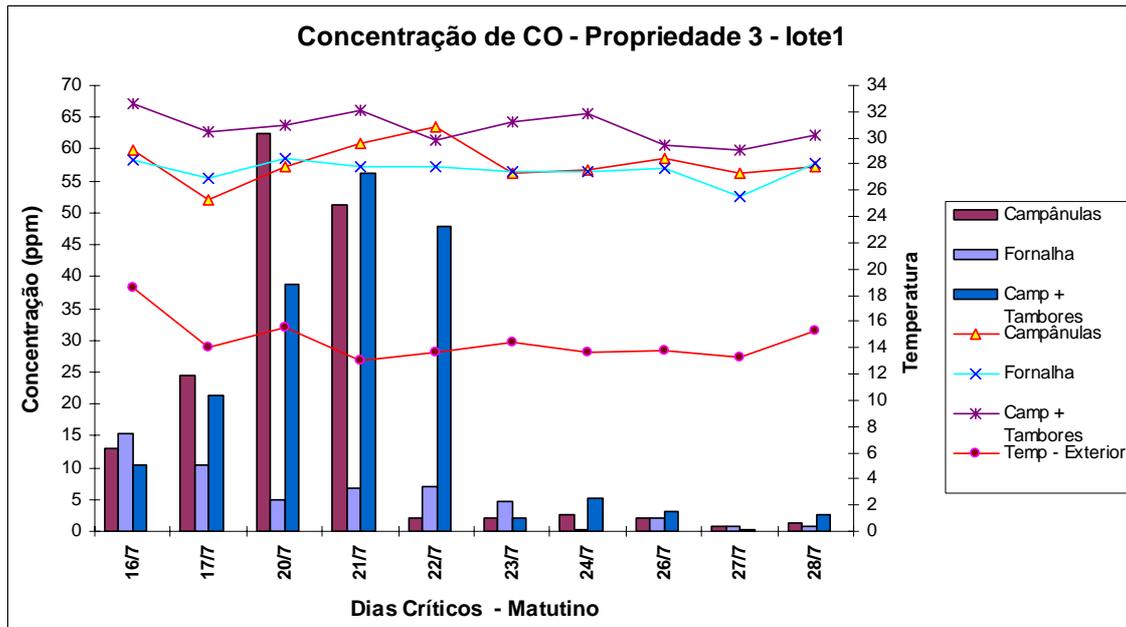


Figura 27 - Relação dos dias críticos de concentração de CO (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 3, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação.

Na propriedade três, foram atingidos valores expressivos de concentrações de CO em cinco dias, para o período matutino, no primeiro lote. No ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás foi detectado o maior valor, de 63ppm, no dia 20/7, enquanto no ambiente aquecido pelo sistema tambor + campânulas, no dia 21/7, foi detectado o segundo maior valor, que foi de 55ppm. É importante observar, que foi detectada no ambiente de criação aquecido pelo sistema fornalha concentrações expressivas de CO em 2 dias, mostrando que, apesar do sistema de aquecimento indireto não injetar ar da câmara de combustão dentro da área do pinteiro, este foi contaminado com CO, mostrando falha no sistema.

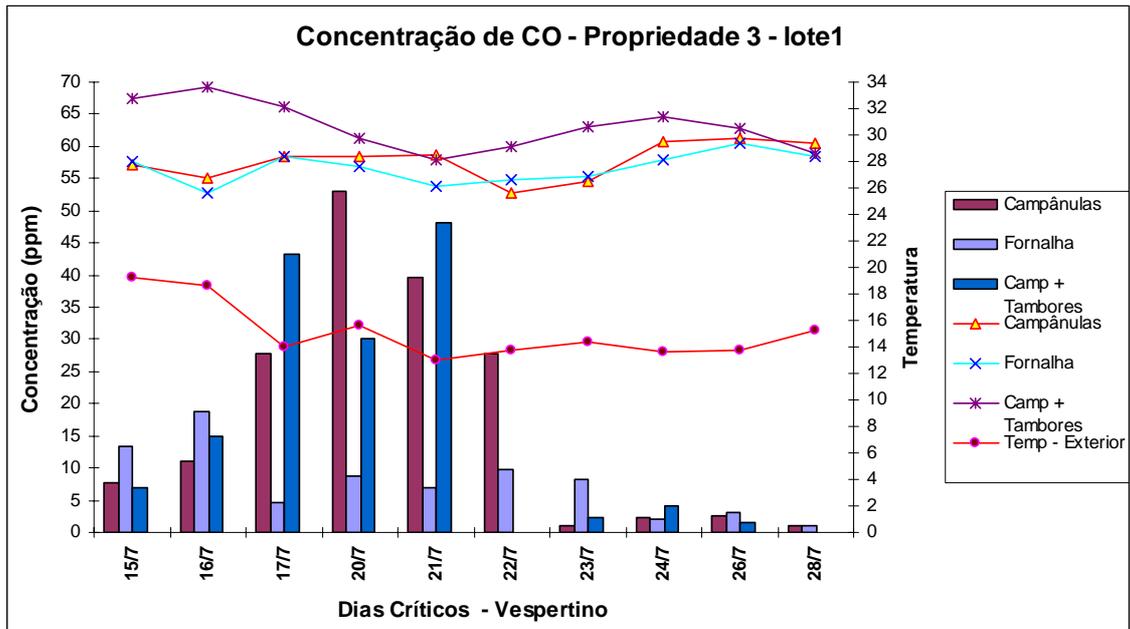


Figura 28 - Relação dos dias de maiores concentrações de CO (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 3, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação

Para o período da tarde, no ambiente aquecido pelo sistema campânulas a gás foi detectada a maior concentração crítica, de 52ppm, no dia 20/7, enquanto no galpão aquecido pelo sistema tambor + campânulas, no dia 21/7, foi detectado o segundo maior valor, que foi de 48ppm. No período da tarde, no ambiente aquecido pelo sistema fornalha foram detectadas concentrações expressivas em 3 dias, evidenciando a contaminação do ar de maneira indesejada pela razão já exposta anteriormente.

Nas Figuras 29 a 40, são relacionados os dias onde foram detectadas as maiores concentrações de  $\text{NH}_3$ , para as três propriedades nos lotes 1 e 2. Também estão representados os valores das temperatura internas e externas no horário das leituras. Os valores das concentrações e o manejo das cortinas se encontram nas Tabelas 16 a 27.

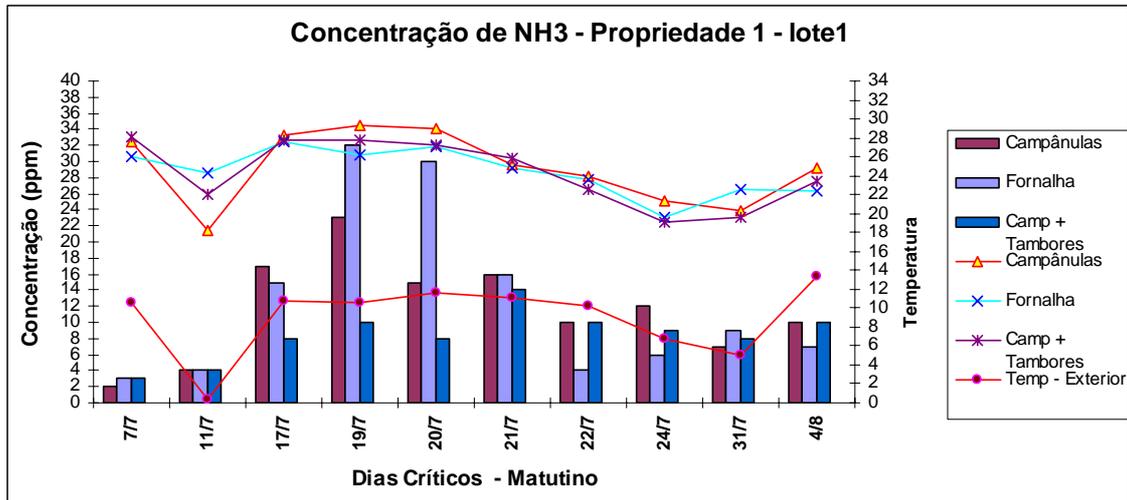


Figura 29 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 1, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação.

Tabela 16 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 1, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
7/7	2	3	3	FF	FF	FF	Temp. ext -2,5°C		
11/7	4	4	4	FF	FF	FF			
17/7	17	15	8	FF	FF	FF			
19/7	23	32	10	FF	FF	FF	Dia chuvoso		
20/7	15	30	8	FF	FF	FF	Suspendeu aquecimento		
21/7	16	16	14	aF	aF	aF			
22/7	10	4	10	aF	aF	aF	Mov. cama diária – Ventos intensos		
24/7	12	8	10	aF	aF	aF			
31/7	7	9	8	Aa	aF	Aa			
4/8	10	7	10	Aa	Aa	aF			

- FF – Internas e externas fechadas
- aF – Interna semi-aberta e externa fechada
- AF – Interna aberta e externa fechada
- Aa – Interna aberta e externa semi-aberta
- aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta
- AA – Interna e externa abertas

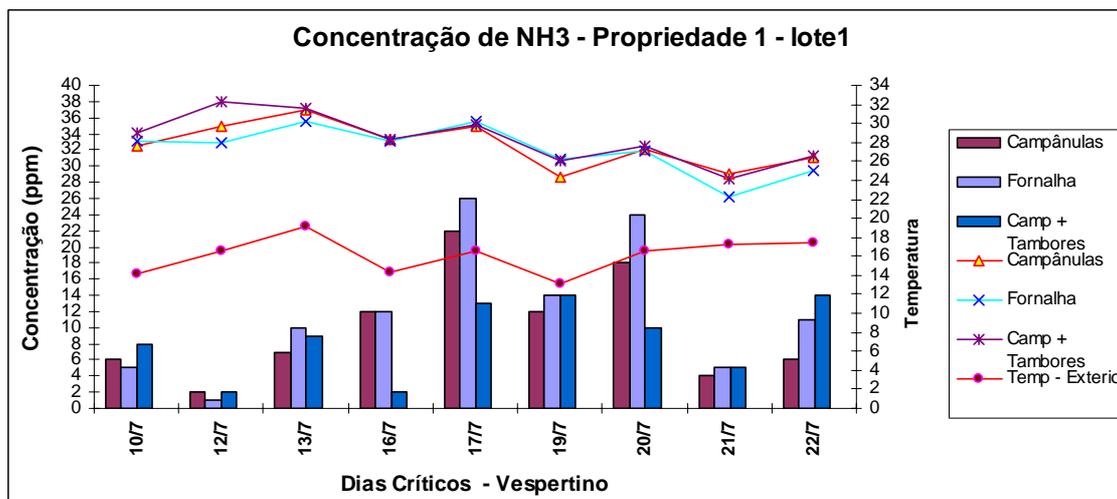


Figura 30 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 1, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação.

Tabela 17- Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 1, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
10/7	6	5	8	FF	FF	FF			
12/7	2	1	2	aF	aF	aF			
13/7	7	10	9	FF	FF	FF			Fundo.abert
16/7	12	12	2	FF	FF	aF			
17/7	22	26	13	FF	FF	FF			
19/7	12	14	14	AF	AF	AF			
20/7	18	24	10	FF	FF	aF			Suspendeu aquecimento
21/7	4	5	5	Aa	Aa	Aa			
22/7	6	11	14	AF	AF	AF			

- FF – Internas e externas fechadas
- aF – Interna semi-aberta e externa fechada
- AF – Interna aberta e externa fechada
- Aa – Interna aberta e externa semi-aberta
- aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta
- AA – Interna e externa abertas

Para o primeiro lote da propriedade 1, não foram detectadas concentrações que pudessem oferecer perigo a humanos e animais, apesar das cortinas permanecerem fechadas na maior parte do tempo e só começarem a ser manejadas após o período de aquecimento. Pode-se explicar esse fato através da utilização de cama nova para este experimento. No dia 19/7 pode-se perceber claramente o efeito do aumento da umidade relativa sob a concentração deste gás, nos sistemas campânulas e fornalha. O sistema tambor + campânulas, que melhor aqueceu, conseguiu manter a concentração de amônia mais baixa neste dia.

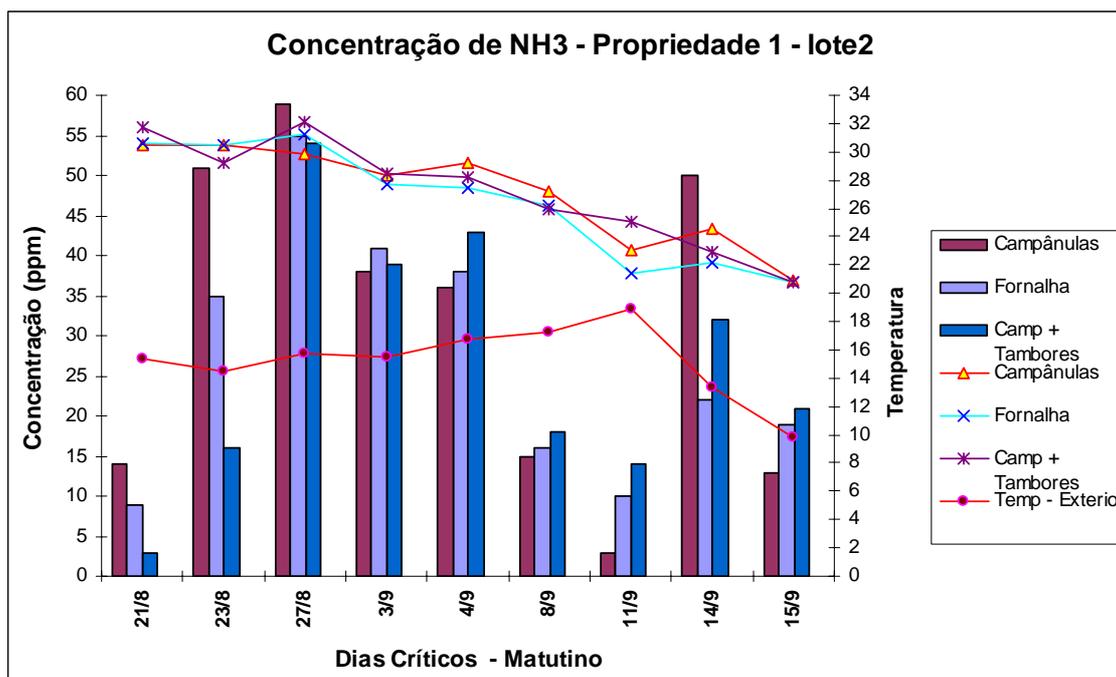


Figura 31 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas para a propriedade 1, para o período matutino, durante o segundo lote de criação.

Tabela 18 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 1, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
21/8	14	9	3	FF	FF	AF			
23/8	51	35	16	FF	FF	aF			
27/8	59	55	54	aF	aF	aF			
3/9	38	41	39	AF	AF	AF			
4/9	36	38	43	FF	FF	FF			
8/9	15	16	18	Aa	Aa	Aa			
11/9	3	10	14	Aa	Aa	Aa			
14/9	50	22	32	aF	aF	aF			Chuva forte
15/9	13	22	21	Aa	Aa	Aa			

FF – Internas e externas fechadas  
aF – Interna semi-aberta e externa fechada  
AF – Interna aberta e externa fechada  
Aa – Interna aberta e externa semi-aberta  
aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta  
AA – Interna e externa abertas

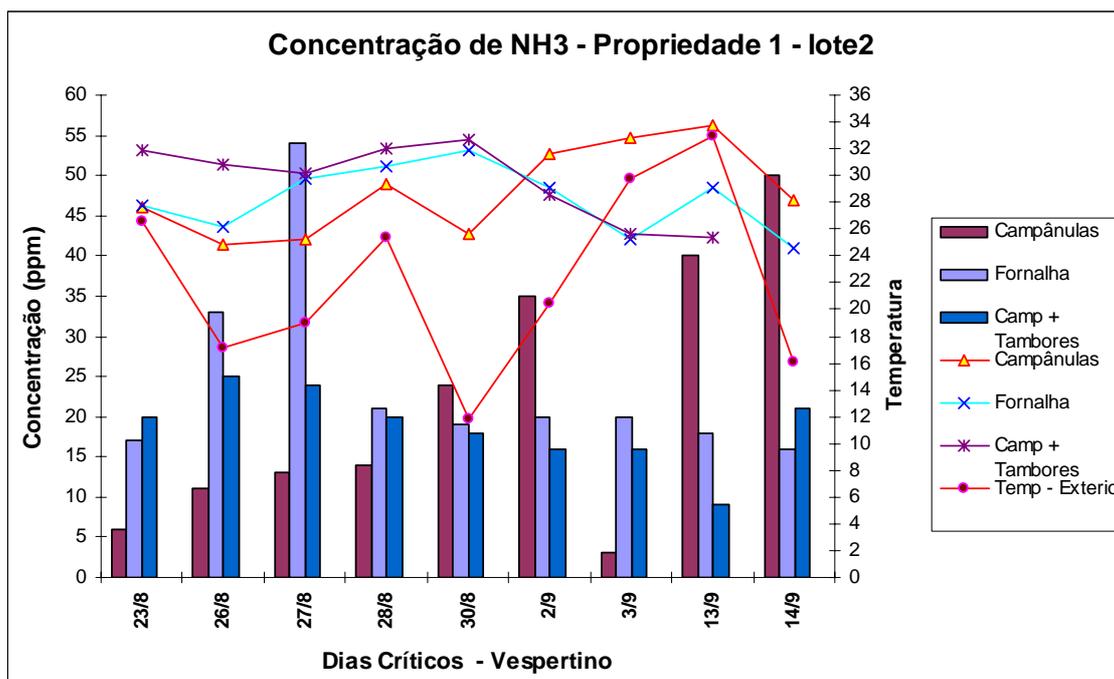


Figura 32 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, forno e tambor + campânulas detectados na propriedade 1, para o período vespertino, durante o segundo lote de criação.

Tabela 19 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), forno (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 1, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
23/8	35	24	20	FF	FF	FF			
26/8	11	34	25	aa	aa	aa			
27/8	50	54	24	AF	AF	AF			
28/8	14	21	20	aF	aF	aF			
30/8	24	19	18	aa	aa	aa			
2/9	35	20	16	Aa	Aa	Aa			
3/9	3	20	16	Aa	Aa	Aa			
13/9	40	18	9	AF	AF	AF			
14/9	50	16	21	Aa	Aa	Aa			

FF – Internas e externas fechadas  
aF – Interna semi-aberta e externa fechada  
AF – Interna aberta e externa fechada  
Aa – Interna aberta e externa semi-aberta  
aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta  
AA – Interna e externa abertas

Para o segundo lote de animais, pode-se verificar o aumento do valor das concentrações de  $\text{NH}_3$  em relação ao primeiro lote. Este fato se deve principalmente a

sobreposição de outra cama de aviário, cuja maior degradação induz a maiores concentrações deste gás.

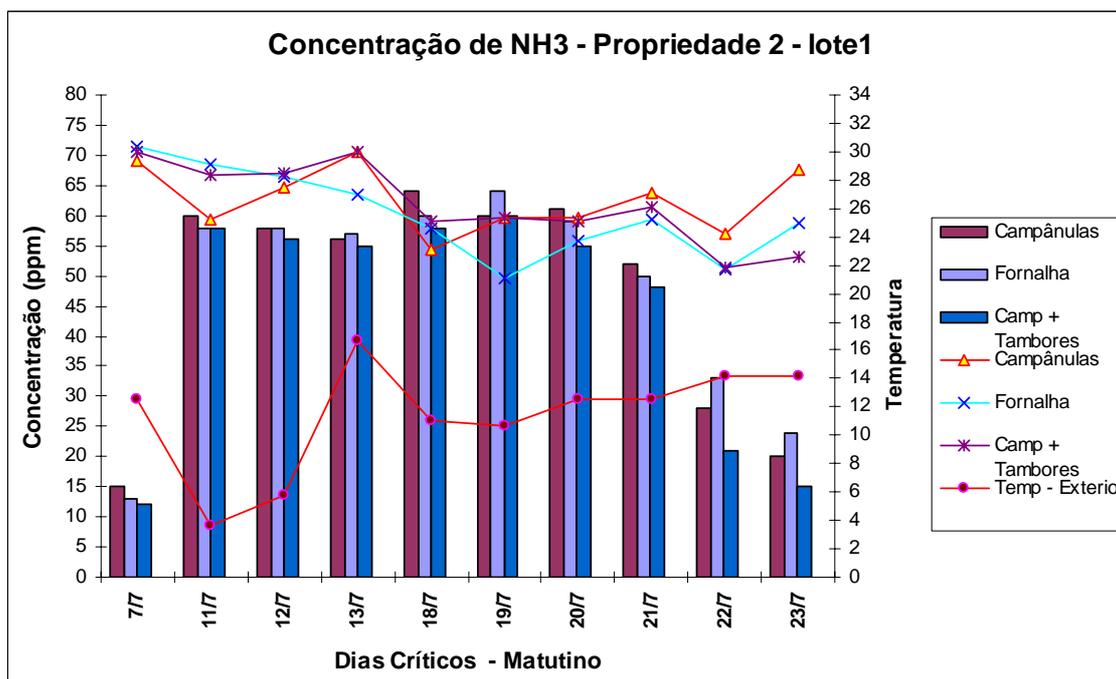


Figura 33 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 2, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação

Tabela 20 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 2, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
7/7	15	13	12	FF	AA	AA			
11/7	60	58	58	FF	FF	FF			
12/7	58	58	56	FF	FF	FF			
13/7	56	57	55	FF	FF	FF			
17/7	59	61	58	FF	FF	FF	Suspendeu aquecimento		
19/7	60	64	60	FF	FF	FF			
20/7	61	59	55	FF	FF	FF			
21/7	52	50	48	FF	FF	FF			
22/7	28	33	21	FF	FF	FF			
23/7	20	24	15	FF	FF	FF			

FF – Internas e externas fechadas  
aF – Interna semi-aberta e externa fechada  
AF – Interna aberta e externa fechada  
Aa – Interna aberta e externa semi-aberta  
aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta  
AA – Interna e externa abertas

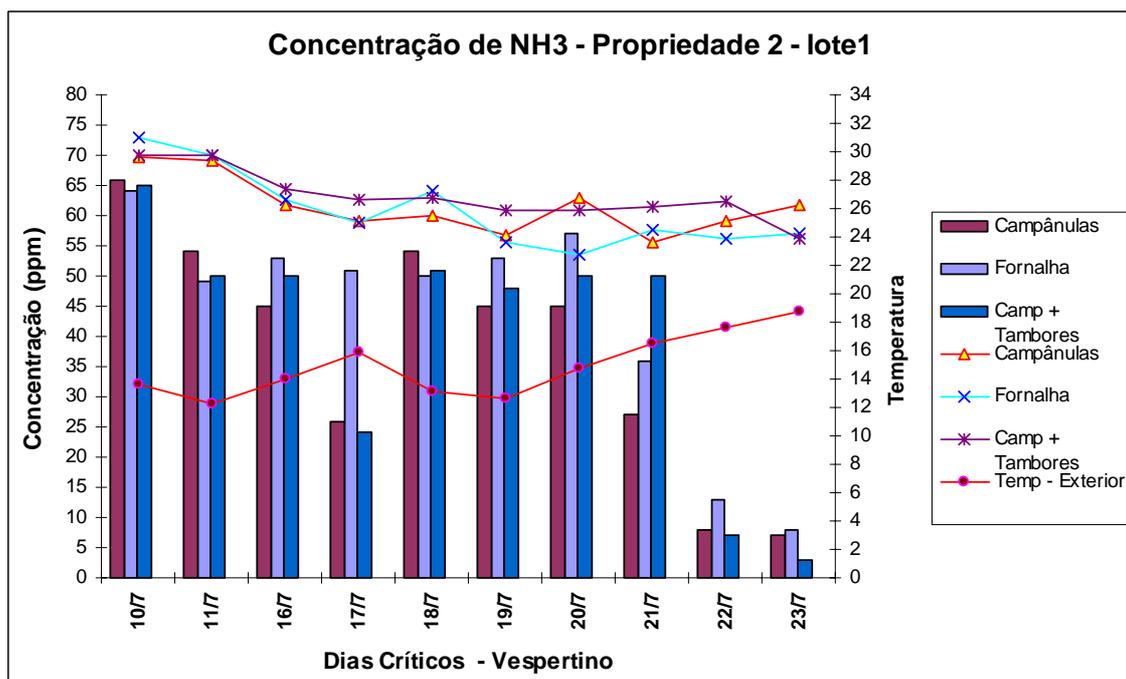


Figura 34 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 2, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação

Tabela 21 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 2, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
10/7	66	64	65	FF	FF	FF	Camp.desli	Vent. func	Idem T1
11/7	54	49	50	FF	FF	FF			
16/7	45	53	50	FF	FF	FF			
17/7	26	51	24	FF	FF	FF	Suspendeu o aquecimento		
18/7	54	50	51	aF	aF	aF			
19/7	45	53	48	aF	aF	aF			
20/7	45	57	50	aF	aF	aF			
21/7	27	36	50	aF	aF	aF			
22/7	8	13	7	Aa	Aa	Aa			
23/7	7	8	3	aa	aa	aa			

- FF – Internas e externas fechadas
- aF – Interna semi-aberta e externa fechada
- AF – Interna aberta e externa fechada
- Aa – Interna aberta e externa semi-aberta
- aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta
- AA – Interna e externa abertas

A propriedade 2, foi a que melhor manteve as condições termo ambientais mais próximas a faixa de conforto considerada ideal e melhor isolou o pinteiro. Como

consequência foram detectadas as maiores concentrações de  $\text{NH}_3$ , dentre as propriedades analisadas. Outro agravante foi o fato de ser a terceira camada de cama para este experimento.

Uma característica do manejo nesta propriedade foi a pouca abertura das cortinas, principalmente no período da manhã, com a intenção de se manter a temperatura, mesmo após a suspensão do aquecimento. Apesar das altas concentrações de amônia, foi nesta propriedade que foram alcançados os melhores índices zootécnicos.

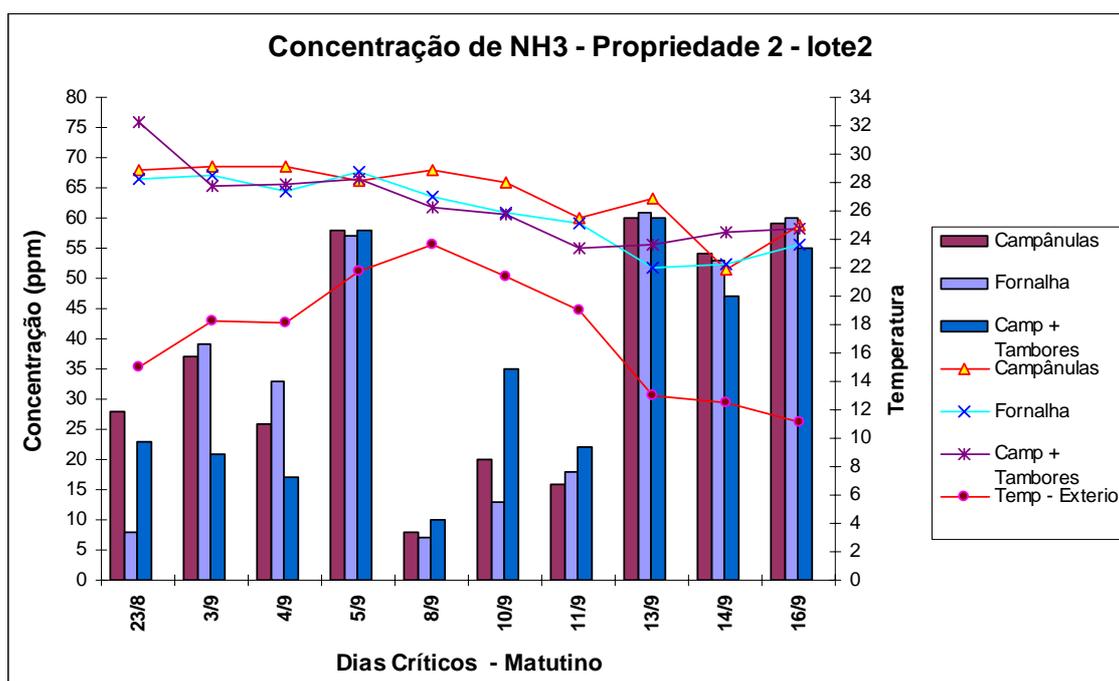


Figura 35 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 2, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Tabela 22 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 2, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
23/8	28	8	23	aF	aF	aF			
3/9	37	39	21	aF	aF	aF			
4/9	26	33	17	aa	aa	aa			
5/9	58	57	58	AF	AF	AF			
8/9	8	7	10	Aa	Aa	Aa			
10/9	20	13	35	aa	aa	aF			
11/9	16	18	22	aa	aa	aa			
13/9	60	61	60	FF	FF	FF			
14/9	54	53	47	aF	aF	aF			
16/9	59	60	55	aF	aF	aF			

FF – Internas e externas fechadas  
aF – Interna semi-aberta e externa fechada  
AF – Interna aberta e externa fechada  
Aa – Interna aberta e externa semi-aberta  
aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta  
AA – Interna e externa abertas

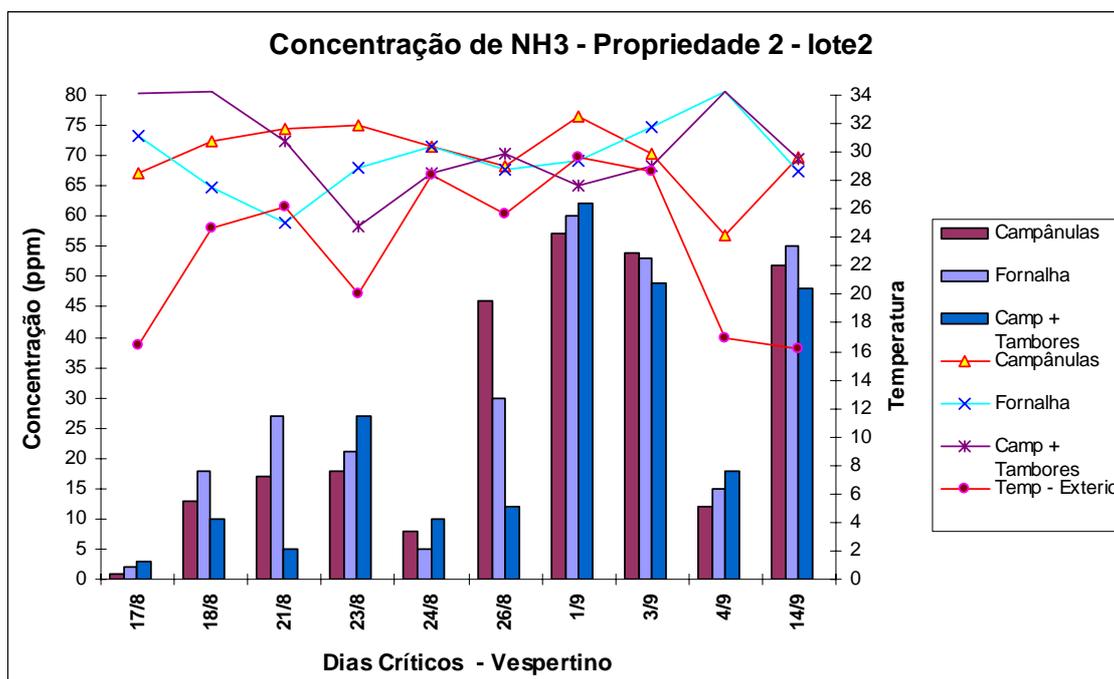


Figura 36 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 2, para o período vespertino, durante o segundo lote de criação

Tabela 23 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 2, para o período vespertino, durante o segundo lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
17/8	1	2	3	FF	FF	FF			
18/8	13	18	10	FF	FF	FF			
21/8	17	27	5	FF	FF	FF			
23/8	18	21	27	aF	aF	aF			
24/8	8	5	10	aF	aF	aF			
26/8	46	30	12	aa	aa	aa			
1/9	57	60	62	aa	aa	aa			
3/9	54	53	49	aa	aa	aa			
4/9	12	15	18	aa	aa	aa			
14/9	52	55	48	aa	aa	aa			

FF – Internas e externas fechadas

aF – Interna semi-aberta e externa fechada

AF – Interna aberta e externa fechada

Aa – Interna aberta e externa semi-aberta

aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta

AA – Interna e externa abertas

Para o segundo lote, apesar da maior degradação da cama, o aumento das temperaturas médias diárias permitiram maior abertura das cortinas, resultando em concentrações inferiores às do primeiro lote, principalmente no período da manhã. O efeito da degradação da cama foi percebido após o período de aquecimento e com o maior peso das aves, onde as mesmas consumiam maior quantidade de ração e água resultando em maior quantidade de dejetos na cama. A maior abertura das cortinas não foi suficiente para manter em alguns dias as concentrações em níveis considerados aceitáveis segundo a literatura técnica. Nos dias 1/9, 3/9 e 14/9, no período vespertino, esse efeito foi mais bem percebido. Nos dias 13/9, 14/9 e 16/9, no período matutino, houve uma pequena queda da temperatura externa, o que obrigou a manter as cortinas fechadas elevando as concentrações.

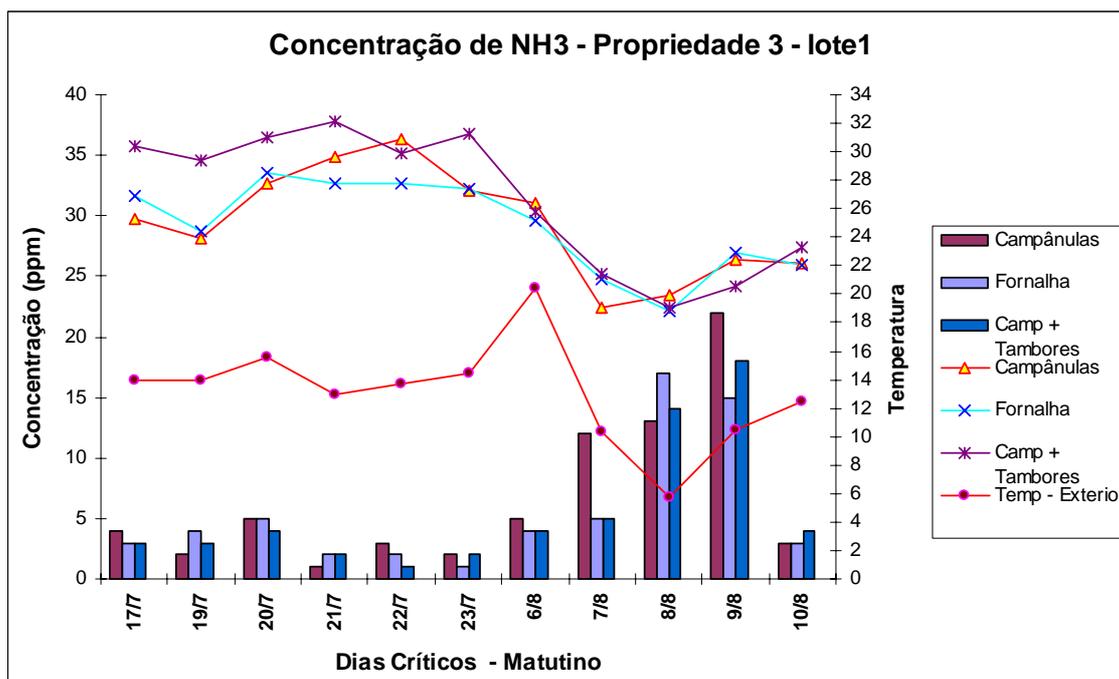


Figura 37 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, forno e tambor + campânulas detectados na propriedade 3, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação

Tabela 24 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), forno (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 3, para o período matutino, durante o primeiro lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
17/7	4	3	3	FF	FF	FF			
19/7	2	4	3	FF	FF	FF			
20/7	5	5	4	FF	FF	FF			
21/7	1	2	2	FF	FF	FF			
22/7	3	2	1	FF	FF	FF			
23/7	2	1	2	FF	FF	FF			
6/8	5	4	4	aF	aF	aF			
7/8	12	5	5	FF	FF	FF			
8/8	13	17	14	FF	FF	FF			
9/8	22	15	18	aF	aF	aF			
10/8	3	3	4	aa	aa	aa			

FF – Internas e externas fechadas  
aF – Interna semi-aberta e externa fechada  
AF – Interna aberta e externa fechada  
Aa – Interna aberta e externa semi-aberta  
aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta  
AA – Interna e externa abertas

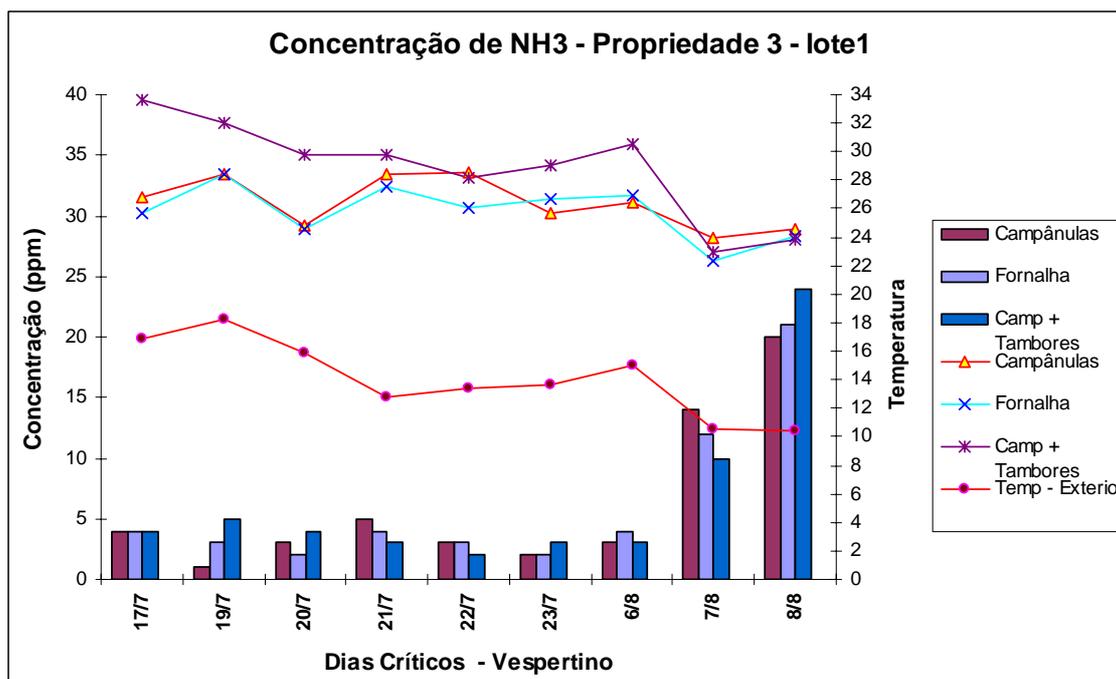


Figura 38 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 3, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação

Tabela 25 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 3, para o período vespertino, durante o primeiro lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
17/7	4	4	4	FF	FF	FF			
19/7	1	3	5	FF	FF	FF			
20/7	3	2	4	FF	FF	FF			
21/7	5	4	3	FF	FF	FF			
22/7	3	3	2	FF	FF	FF			
23/7	2	2	3	FF	FF	FF			
6/8	3	4	3	Aa	Aa	Aa			
7/8	14	12	10	Aa	Aa	Aa			
8/8	20	21	24	aF	aF	aF			

FF – Internas e externas fechadas  
aF – Interna semi-aberta e externa fechada  
AF – Interna aberta e externa fechada  
Aa – Interna aberta e externa semi-aberta  
aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta  
AA – Interna e externa abertas

O local onde se localizava propriedade 3 apresentava algumas características que favoreciam uma melhor ventilação dos galpões, independente do manejo de cortinas, o que favorecia a renovação natural do ar. Além do mais, foi retirada a cama velha e colocada nova cama para este experimento.

Como consequência, para o primeiro lote, as concentrações nessa propriedade foram baixas não ultrapassando 24ppm em qualquer galpão, apesar das cortinas dos mesmos estarem fechadas na maior parte do tempo, em decorrência das baixas temperaturas, no período experimental.

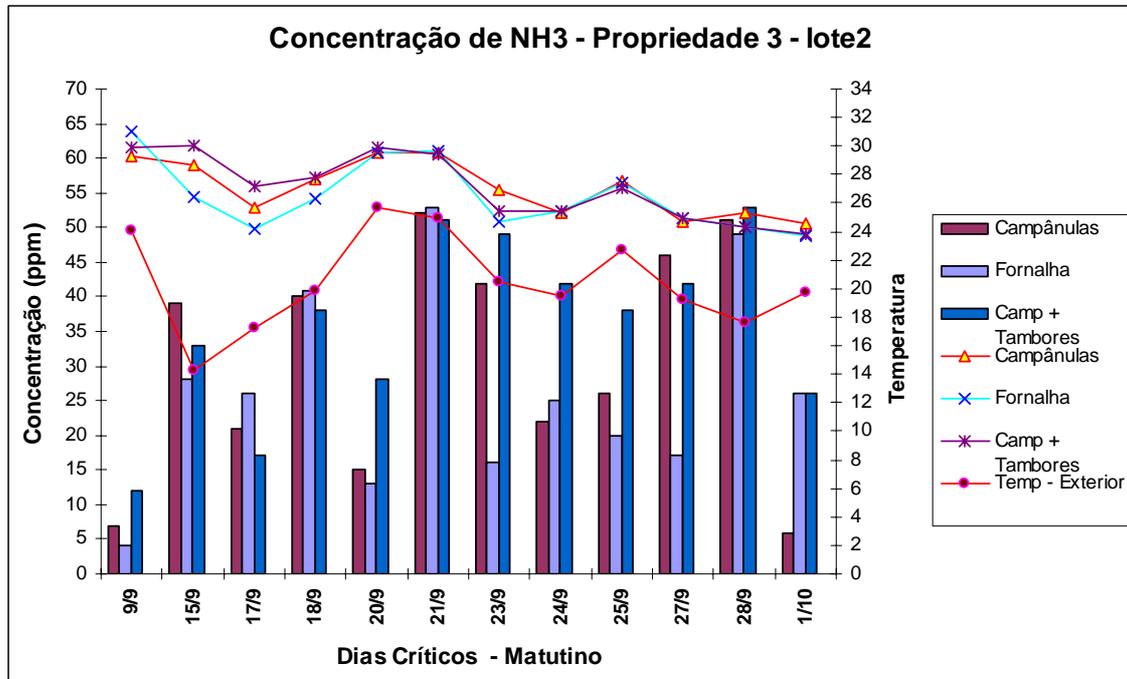


Figura 39 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 3, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Tabela 26 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 3, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
9/9	7	4	12	Aa	Aa	Aa			
15/9	39	28	33	FF	FF	FF			
17/9	21	26	17	FF	FF	FF			
18/9	40	41	38	AF	AF	AF			
20/9	15	13	28	Aa	Aa	Aa			
21/9	52	53	51	AF	AF	AF			
23/9	42	16	49	AF	Aa	AF			
24/9	22	25	42	Aa	Aa	AF			
25/9	26	20	38	Aa	Aa	Aa			
27/9	46	17	42	Aa	Aa	Aa			
28/9	51	49	53	Aa	Aa	Aa		Chuva	
1/10	6	26	26	Aa	Aa	Aa			

- FF – Internas e externas fechadas
- aF – Interna semi-aberta e externa fechada
- AF – Interna aberta e externa fechada
- Aa – Interna aberta e externa semi-aberta
- aa – Interna semi-aberta e externa semi-aberta
- AA – Interna e externa abertas

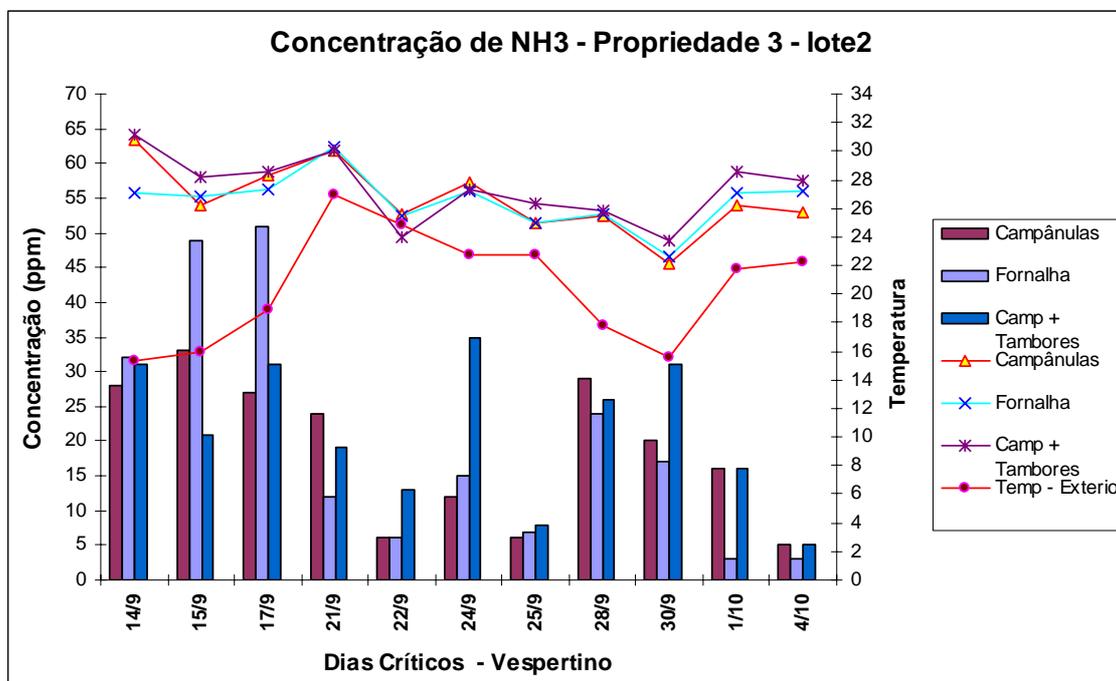


Figura 40 - Relação dos dias críticos de concentração de NH<sub>3</sub> (ppm) e temperatura do ar (°C) detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas, fornalha e tambor + campânulas detectados na propriedade 3, para o período vespertino, durante o segundo lote de criação

Tabela 27 - Relação dos dias críticos de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) e manejo de cortinas detectados nos ambientes aquecidos pelos sistemas campânulas a gás (T1), fornalha (T2) e tambor + campânulas (T3) detectados na propriedade 3, para o período matutino, durante o segundo lote de criação

Dia	Concentração			Cortinas			OBS		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
14/9	28	32	31	Aa	Aa	Aa			
15/9	33	49	21	Aa	Aa	Aa			
17/9	27	51	31	Aa	AF	Aa			
21/9	24	12	19	AF	AF	AF			
22/9	6	6	13	Aa	Aa	Aa			
24/9	12	15	35	Aa	Aa	Aa			
25/9	6	7	8	Aa	AA	Aa			
28/9	29	24	26	Aa	Aa	AF			
30/9	20	17	31	AF	Aa	AF			
1/10	16	3	16	Aa	Aa	Aa			
4/10	5	3	5	Aa	Aa	Aa			

Com a colocação de outra camada de maravalha para o segundo lote do experimento, constata-se claramente o efeito da maior degradação da cama sob as concentrações de  $\text{NH}_3$ , que foram maiores se comparadas com o primeiro lote.

#### 4.5 Desempenho animal

Os dados médios de peso final de abate (PF), conversão alimentar (C.A) e mortalidade (M) das aves criadas nos nove galpões em estudo, sob o efeito dos três sistemas de aquecimento do ambiente (campânulas a gás, fornalha a lenha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas a gás), ao final dos dois ciclos produtivos, encontram-se relacionados na Tabela 28.

Tabela 28 – Dados médios de peso final de abate (PF), conversão alimentar (C.A) mortalidade (M) e fator de produção das aves criadas nos nove galpões em estudo, sob o efeito dos três sistemas de aquecimento do ambiente (campânulas a gás, fornalha a lenha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas a gás), ao final dos dois ciclos produtivos

Sist. Aquecimento	Peso de abate (kg)	C.A. ( $\text{kg}_{\text{ração}}/\text{kg}_{\text{ave}}$ )	Mortalidade (%)	Fator de produção
Campânulas a gás	1,392	1,602	2,48	269
Fornalha	1,401	1,588	3,04	271
Tambores de aquecimento + campânulas	1,414	1,555	2,89	280

Por meio dos resultados, se pode verificar que os sistemas que tornaram o ambiente térmico mais adequado as exigências térmicas das aves, resultaram em melhores valores de desempenho avícola.

Assim, o sistema tambor + campânulas, que se mostrou mais eficiente, apresentou os maiores valores de desempenho animal, seguido pelos sistemas fornalha a lenha e campânulas, respectivamente.

Por meio da Tabela 15 se pôde verificar que as concentrações médias dos gases  $NH_3$ ,  $CO_2$  e  $CO$ , detectadas nos ambientes de criação, apresentaram a mesma direção, sendo menores nos ambientes aquecidos pelo sistema tambor + campânulas, seguidas pelos sistemas fornalha a lenha e campânulas, respectivamente.

Com base nos valores médios da Tabela 28, foram elaboradas as Figura 41, 42, 43 e 44, para visualização gráfica dos resultados.

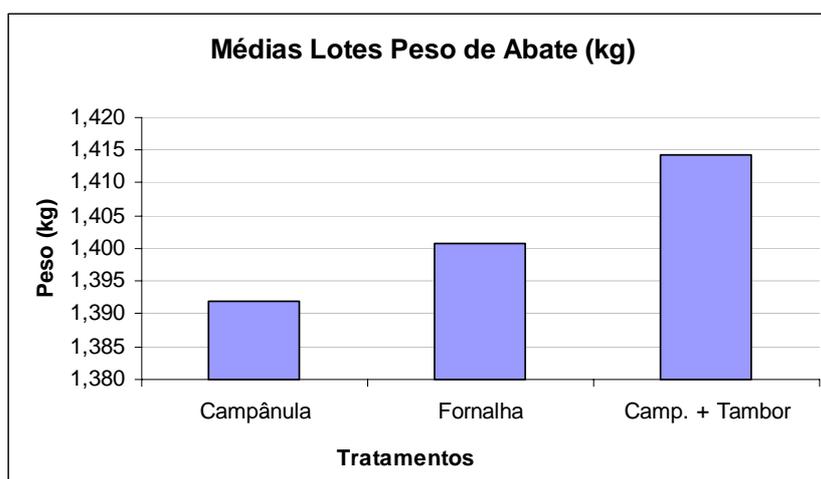


Figura 41 - Valores médios de peso final de abate dos animais para os sistemas campânulas a gás, fornalha a lenha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas

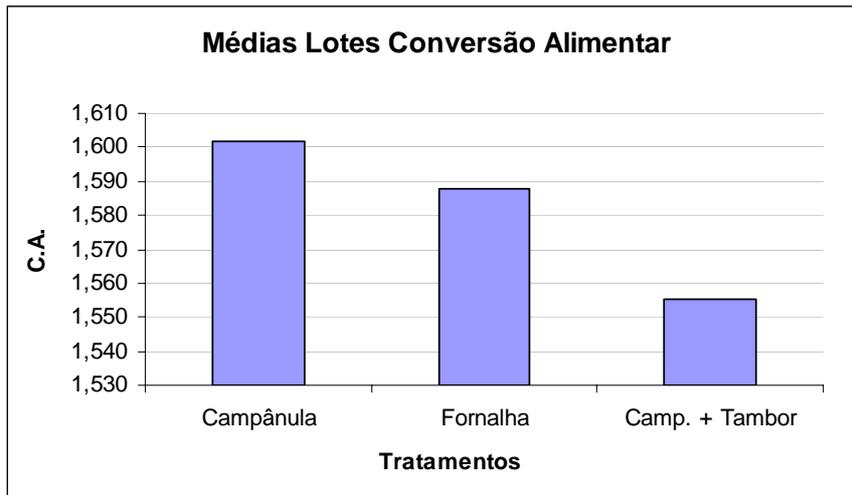


Figura 42 - Valores médios de conversão alimentar dos animais para os sistemas, campânulas a gás, fornalha a lenha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas

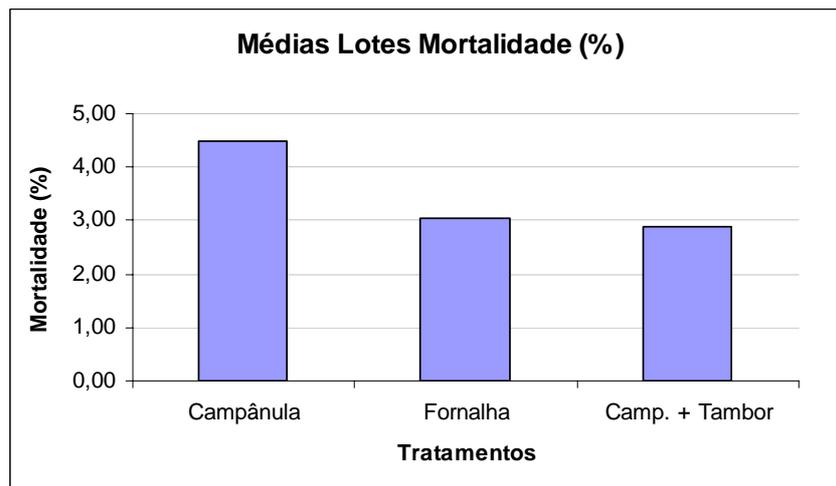


Figura 43 - Valores médios de mortalidade dos animais para os sistemas, campânulas a gás, fornalha a lenha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas

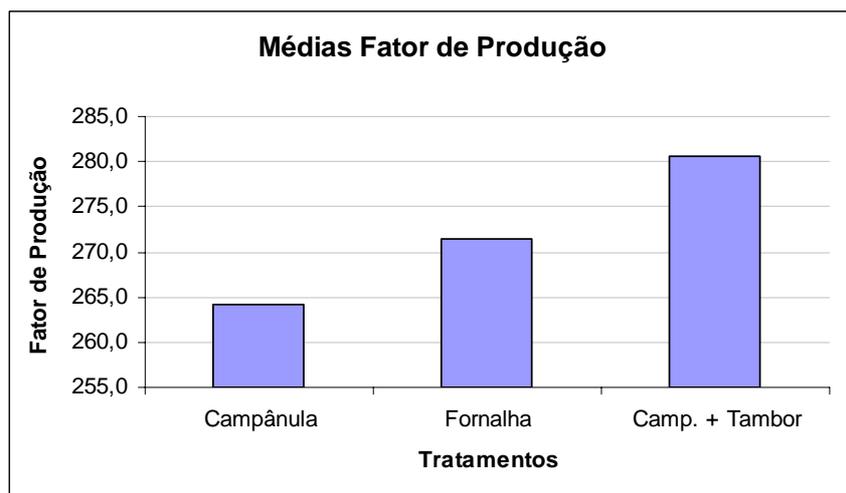


Figura 44 - Valores médios de fator de produção dos lotes para os sistemas, campânulas a gás, forno a lenha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas

Observa-se, pela Tabela 28 e pela Figura 41, que as aves submetidas ao sistema tambor + campânulas apresentaram um peso final de abate 0,013 kg superior às submetidas ao sistema forno, e 0,022 kg superior às submetidas ao sistema campânulas, o que pode ser explicado pelo fato de que as aves submetidas ao sistema tambor + campânulas foram expostas a menor desconforto térmico durante a fase de aquecimento, representados pelos maiores valores de temperatura do ar nas duas primeiras semanas de vida. Assim, em seu mecanismo de manutenção da homeotermia, os animais submetidos ao sistema tambor + campânulas gastaram menos energia em mecanismo de termorregulação, do que os submetidos aos sistemas forno e campânulas, respectivamente.

Pela Figura 42, observa-se uma diferença de 0,033 kg de ração, consumidos por kg de ganho de peso, do sistema tambor + campânulas em relação ao sistema forno e, 0,047 kg de ração, consumidos por kg de ganho de peso do sistema tambor + campânulas em relação ao sistema campânulas, confirmando o que já havia sido analisado no item GP. As justificativas são as mesmas apresentadas anteriormente.

Em relação a mortalidade (Figura 43), o fato dos valores terem seguido a mesma direção dos outros parâmetros de desempenho animal mostra que, a manutenção das aves numa faixa de temperatura mais adequada as suas exigências ambientais, resulta em menores valores de mortalidade.

Analisando-se a Figura 44, infere-se que a média dos lotes submetidos ao sistema campânulas + tambores de aquecimento apresentou maior fator de produção, seguido pelos sistemas forno e campânulas, respectivamente.

#### 4.5.1 Consumo médio de água

As partir dos dados médios de consumo de água dos animais nos 9 galpões em estudo, sob o efeito dos três sistemas de acondicionamento do ambiente, campânulas a gás, fornalha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas a gás, foi gerada a Figura 45, que mostra o consumo médio de água por ave, em ml, sob o efeito dos três sistemas.

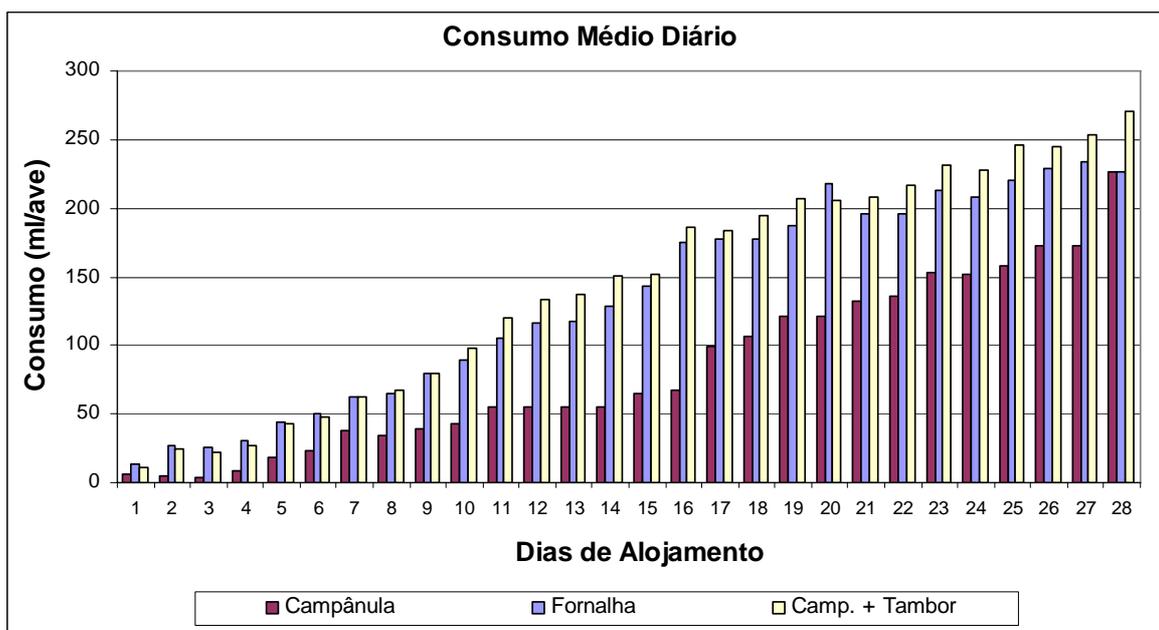


Figura 45 - Consumo de água médio diário (ml/ave), das aves submetidas aos sistemas de aquecimento campânulas, fornalha e tambor + campânulas

Os resultados mostram que o consumo médio aumentou com o crescimento e o aumento do peso das aves. Resultados similares foram encontrados por MACARI (2002).

O consumo de água também foi influenciado pelos diferentes sistemas de aquecimento, tendo os maiores consumos ocorrido sempre para os sistemas que propiciaram maior aquecimento do ambiente. Assim, o sistema de tambor de irradiação + campânulas, que melhor aqueceu as aves, resultou em maior consumo de água, seguido pelos sistemas fornalha e campânulas, respectivamente, mesmo após a suspensão do aquecimento. Como o sistema de aquecimento campânulas a gás foi o sistema que menos aqueceu, acabou submetendo as aves às piores condições térmicas, afetando negativamente o consumo de água das mesmas.

Segundo CONY e ZOCHE (2004), ambientes mais aquecidos induzem a maior ingestão de água, pois no estresse calórico, a água tem papel fundamental nos mecanismos refrigeradores (perda calórica), envolvidos na termorregulação do frango.

#### 4.6 Comparação entre as temperaturas do pinteiro e da ante-sala

Os valores de temperatura do ar ambiente, em °C, antes da ante-sala, no interior da ante-sala e no interior do pinteiro, para as duas primeiras semanas de alojamento podem ser visualizados nas Figuras 46 e 47.

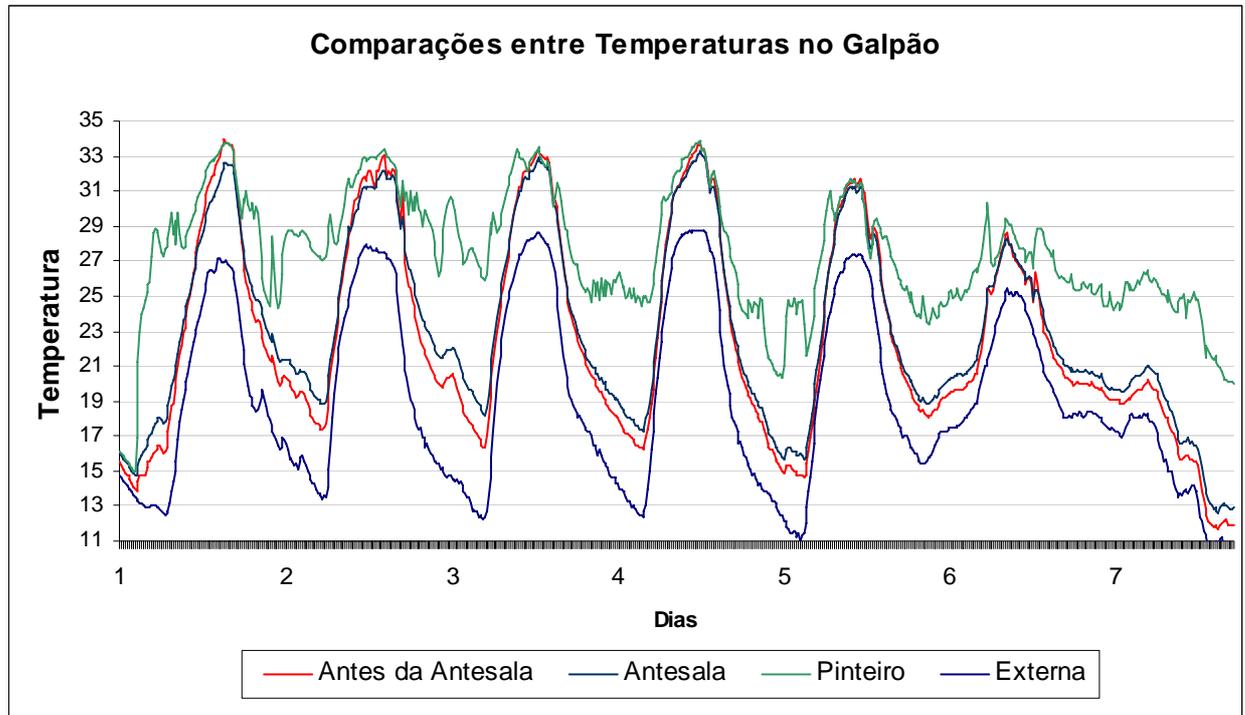


Figura 46 - Temperaturas diárias dentro do galpão (primeira semana)

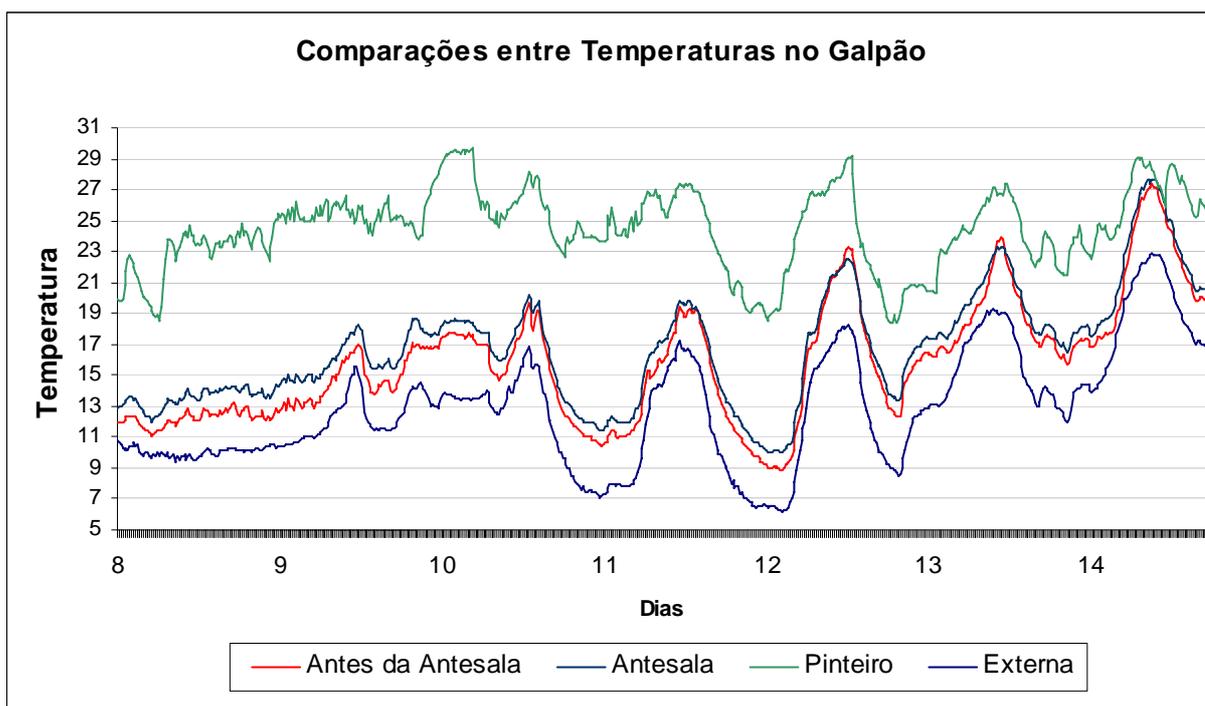


Figura 47 - Temperaturas diárias dentro do galpão (segunda semana)

Através dos resultados observa-se que nas horas mais frias do dia, a ante-sala não cumpriu o objetivo proposto apresentando diferenças de temperatura de pouco mais de 1°C com o resto do galpão e de 9°C com o pinteiro, demonstrando assim, uma grande perda de energia proveniente do pinteiro. Esse fato pode ser explicado pela vedação ineficiente tanto do pinteiro como da antesala.

#### 4.7 Consumo de combustível, peso final total e análise simples de custos

Os dados médios de consumo de combustível e custo, dos 9 galpões em estudo, sob o efeito dos três sistemas de condicionamento do ambiente, campânulas a gás, fornalha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas a gás, ao final do ciclo produtivo, encontram-se na Tabela 29.

Tabela 29 - Consumos de combustível e custo total (em janeiro de 2006) dos sistemas de aquecimento campânulas a gás, fornalha de queima indireta e tambor de aquecimento com suplemento de campânulas a gás

	Campânulas a gás		Fornalha		Tambor + camp	
	Lenha** (m <sup>3</sup> )	Gás*** (kg)	Lenha (m <sup>3</sup> )	Gás (kg)	Lenha (m <sup>3</sup> )	Gás (kg)
Consumo	-	537,933	13,53	-	12,18	359,77
Total R\$	1280,0		270,6		1099,81	
Total* R\$/kg	0,053		0,0110		0,0448	

\* Custo do Kg de carne de frango para cada tratamento em relação ao consumo de combustível

\*\* Considerando o preço de R\$ 20,00 o m<sup>3</sup> da lenha

\*\*\* Considerando R\$ 2,38 o Kg do gás

O sistema fornalha, que apenas consumiu lenha, foi o que apresentou o menor custo (R\$ 270 por lote), proveniente do consumo de 13,53 m<sup>3</sup> de lenha, seguido pelos sistemas tambor + campânulas (R\$ 1.099,81), que consumiu 12,18 m<sup>3</sup> e 359,77kg de gás, e o sistema campânulas a gás (R\$ 1.280,00), que utilizou 537,9 kg de gás. Através da relação entre os custos do combustível e o peso da quantidade final de aves abatidas, em kg, chegou-se na relação de custo de aquecimento por kg de ave. O menor valor foi apresentado pelo sistema fornalha, seguido pelos sistemas tambor + campânula e campânula, respectivamente.

#### 4.8 Umidade e Ph da cama

Os valores médios da Umidade e Ph de cama, coletados na propriedade 3 (Giacomini), após a fase de aquecimento, se encontram nas Tabelas 30 e 31.

Tabela 30 - Umidade de cama média, em %, para os sistemas de aquecimento campânulas a gás, fornalha a lenha com queima indireto do ar e tambores de aquecimento com suplemento de campânulas a gás

Umidade (%)	Sistema de aquecimento		
	Campânula	Fornalha	Tambor+camp
	26,9a	27,5b	26,9a

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey

Tabela 31 – Ph médio para os sistemas de aquecimento campânulas a gás, fornalha a lenha com queima indireto do ar e tambores de aquecimento com suplemento de campânulas a gás

Ph	Sistema de aquecimento		
	Campânula	Fornalha	Tambor+camp
	9,14a	9,12b	9,17a

Valores seguidos de uma mesma letra na linha não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey

Através dos resultados encontrados, pode-se perceber que nos ambientes aquecidos pelos sistemas de aquecimento campânulas e tambor + campânulas apresentaram valores de umidade de cama inferiores ao ambiente aquecido por fornalha. Isso se deve ao fato desses sistemas irradiarem calor mais intensamente para a cama que a fornalha, cujo princípio de funcionamento é injeção de ar aquecido. Percebe-se também, que o melhor aquecimento promovido pelo sistema tambores + campânulas influenciaram pouco a umidade de cama após a fase de aquecimento. Em relação ao Ph, os resultados apresentaram o mesmo comportamento.

## **4.9 Manejo dos sistemas avaliados no teste**

### **4.9.1 Tambor de aquecimento**

Apesar dos melhores resultados em termos de eficiência de aquecimento, índices produtivos e qualidade do ar do sistema tambor de aquecimento + campânulas, comparativamente aos demais sistemas estudados, alguns aspectos de suma importância devem ser observados para um manejo mais seguro e eficiente dos tambores de aquecimento.

Se usado como única fonte de calor em aviários (e não em associação a campânulas) o sistema deveria ser recalculado para atender satisfatoriamente este fim e deverá ser reavaliado quanto a questão de gases resultantes no processo de queima do combustível. Porém, o número exato para sua utilização como única fonte de aquecimento deverá ainda ser determinado em futuras avaliações.

Alguns problemas ocorreram durante a utilização dos tambores de aquecimento:

- Não se conseguiu que a temperatura fosse mantida constante, tendo esta, muitas vezes, excedido o necessário. Isto se deveu a sistema rudimentar, não provido de qualquer mecanismo de controle da entrada do ar onde ocorre a queima do combustível, resultando em desperdício e possibilidade de ocasionar superaquecimento dentro do pinteiro. Tal incremento excessivo de temperatura obrigou o tratador a monitorar constantemente o galpão e abrir as cortinas em caráter emergencial, para evitar prejuízos aos pintinhos ocasionado por excesso de energia calorífica;
- O sistema requereu maior mão-de-obra. Além do monitoramento para prevenção do superaquecimento devido a baixa capacidade de carga de combustível (baixa autonomia), o tratador foi obrigado a entrar dentro da área do pinteiro mais vezes do que em outros sistemas, visando abastecimento do tambor e colocação de lenha próxima a este para utilização futura;

- houve caso de incêndio. Como consiste numa combustão dentro da instalação, pode ocasionar incêndios dentro da mesma, assim como no substrato orgânico da cama. Tal fato ocorreu duas vezes durante o período experimental.
- Houve risco do ar ambiente interno do aviário ser contaminado com os gases da combustão, devido a possibilidade de entupimento da chaminé que retira a fumaça resultante da queima da lenha;

Para melhorar a eficiência dos tambores, e diminuir alguns riscos descritos anteriormente, algumas providências podem ser tomadas tais como:

- cercar a área próxima ao tambor, para evitar a proximidade dos animais, para que os mesmos não corram risco com o excesso de calor;
- afastar materiais inflamáveis, principalmente a cama, da área situada abaixo dos tambores.;
- colocar areia na área inferior interna ao tambor, visando diminuir o calor irradiado para baixo e conseqüente risco da cama entrar em combustão;
- fazer manutenção constante, retirando-se as cinzas com pá ou instalando-se um cinzeiro.

#### **4.9.2 Fornalha a lenha com aquecimento indireto do ar**

Esse sistema de aquecimento possui certas características que devem ser consideradas, para que o mesmo possa ser manejado de modo a fornecer os melhores resultados possíveis.

A fornalha possui uma taxa de combustão que é importante para se estimar o consumo de combustível. No caso da fornalha do experimento, esse valor era de 81,81 kg/h. Porém este apresentou uma certa variação em decorrência das exigências climáticas, tendo o consumo sido aumentado nas horas mais frias. A lenha que alimenta a fornalha deve ser uniforme e seca.

No período experimental, a variação da taxa de combustão influenciou na autonomia da fornalha. Quando as temperaturas chegavam a 10°C aproximadamente, a mesma era alimentada uma vez no final da tarde, outra à noite e no início da manhã, fornecendo uma autonomia de aproximadamente 4 horas. Porém, nas noites em que eram atingidas temperaturas críticas, de aproximadamente 4°C, esse consumo de combustível chegava a dobrar, reduzindo quase pela metade a autonomia.

Deve-se ater quanto a vedação da câmara de combustão, já que a entrada indesejada de ar resulta no desperdício do combustível. Portanto, vazamentos na escotilha devem ser evitados, como a abertura desnecessária da mesma.

Outra característica do sistema é a dependência do padrão de isolamento. Problemas como material, orifícios e aberturas na cortina resultam num padrão de isolamento baixo, apresentando maior perda de energia, reduzindo a eficiência. O manejo também é determinante, pois cada vez que o tratador entra no aviário, abre a cortina permitindo a saída do ar quente.

#### **4.9.3 Campânulas**

As campânulas a gás é o sistema mais prático em termos de manejo, porém apresentou os resultados mais comprometedores do teste, em relação a eficiência energética, qualidade do ar, índices produtivos e custo.

Dentre os sistemas analisados, as campânulas apresentaram os maiores déficits de temperatura quando as exigências ambientais foram mais severas, apesar de não ter diferido estatisticamente da fornalha.

Em relação ao local adequado a colocação do termostato, deve-se colocá-lo ao nível das aves, não diretamente sob a campânula, evitando-se assim que a temperatura ambiente seja superestimada, o que faria com que as campânulas fossem mantidas ligadas por período de tempo inferior ao necessário ao conforto dos pintinhos. Deve-se também atentar a regulagem desses equipamentos, de maneira a garantir que a queima do combustível seja completa.

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições de realização deste experimento e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os três sistemas de aquecimento do ar estudados comportaram-se de forma diferenciada em relação a quantidade de energia produzida e conseqüente eficiência para o aquecimento de aviários, tendo os melhores resultados ocorrido para o sistema conjugado de tambores de aquecimento + campânulas a gás, seguido pelos sistemas fornalha e campânulas, nesta ordem;
- Nenhum dos sistemas de aquecimento avaliados foi capaz de garantir que as aves estivessem em condições de conforto térmico durante todo o período do dia.
- Nenhum dos três sistemas de aquecimento elevou os valores de concentrações médias de CO, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> presentes no ar a níveis que oferecessem perigo as aves de corte, contudo, em alguns dias considerados críticos, as concentrações instantâneas de CO e NH<sub>3</sub> atingiram valores acima do recomendado para o tempo de exposição de quinze minutos (ST);
- O sistema de fornalha foi o de menor custo seguido pelos sistemas tambor + campânulas e o sistema campânulas a gás, nesta ordem;
- Os melhores índices de desempenho das aves foram obtidos nos lotes mantidos mais tempo em sua faixa de conforto durante as duas primeiras semanas de vida dos animais;
- Os sistemas de aquecimento do ar campânulas e o sistema composto por tambor + campânulas propiciaram valores de umidade de cama inferiores daqueles observados em ambientes aquecidos pelo sistema fornalha;
- Os resultados médios de desempenho apresentados pelas aves em todos os sistemas estudados, embora variados entre si, indicam condições de bem-estar.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ABREU, P. G. et al. **Sistemas de aquecimento para criação de aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 35p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica, 20).

ABREU, P. G. **Sistema de Produção de Frangos de Corte**. ISSN 1678-8850. Versão Eletrônica, Jan/2003.

Disponível em:

<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoodeFrangodeCorte/Aquecimento.html>. Acesso em 15 de novembro de 2004.

AGROCERES, Manejo dos pintos, In: **Manual de manejo de frango de corte AGROSS**, Rio Claro - SP, p. 9-13, 1997.

ALBINO, L. F. T. Frango de corte; manual prático de manejo e produção. Viçosa: Aprenda Fácil, 1998. 72 p.: il.

ALBRIGHT, L. D., 1990. Environment control for animals and plants. ASAE, St. Joseph, Mich., USA pp 167.

ALMEIDA; M. A. C. Fatores que afetam a umidade da cama. Avicultura industrial 1986; 76:16-18.

BAIÃO, N. C. Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIENCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo,. Anais...Campinas, SP; FACTA, 1995. p.67-75.

BRADBURY, J. M. (1999) Mycoplasma in respiratory disease. International Poultry Production 7, 7–9.

BRAKE, J.D., CHAMBLEE, T.N., SCHULTZ, C.D., PEEBLES, E. D., THAXTON, J. P. Daily feed and water consumption of broiler chicks from 0 to 21 days of age. Journal of Applied Poultry research, 1:160-163, 1992.

BUCKLIN, R. A. (1997) Broiler Litter, part 3: Storage. Cooperative Extension Service, University of Florida, January.

BUFFINGTON, C. S., COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G. H., PITT, D., THATCHER, W. W., COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981

BYRD, A. J. (1999) Pre-harvest Intervention Strategies. 71 st North-Eastern Conference on Avian Diseases, Blacksburg, Virginia, June 16–18.

CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A. Intoxicações – Parte 2. In: Avicultura industrial. Ed. 1091, Julho de 2001.

CARLILE, F. S. Ammonia in poultry houses: a literature review. Worlds Poultry Science Journal 1984; 40:99-113.

CARR, L. E., F.W. WHEATON, L.W. DOUGLASS. 1990. Empirical models to determine ammonia concentrations from broiler chicken litter. *Transaction of the ASAE* 33(4):1337-1342.

CARRIER, D. (1999) Respiratory disease management: strategy to minimize respiratory lesions. *Poultry Production* 7, 19–21.

CASTELLO, J. A., 1993. Construcciones y equipos avícolas. Real Escuela de Avicultura. Arenys de Mar, Spain. pp 47.

CHARLES, D.R., 1980. Ammonia and condensation problems. *Poultry Envir. & Systems Inf. Handout*, ADAS, Gleadthorpe, UK.1980.

CROOK, B., J.F. Robertson, Glass Sat, E.M. BOTHEROYD, J. LACEY, M.D. TOPPING. 1991. *Airborne dust, ammonia, microorganisms, and antigens in pig confinement houses and the respiratory health of exposed farm-workers*. *American Industrial Hygiene Association Journal* 52(7):271-279.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409 p.

DFG, 1999. *Deutsche Forschungsgemeinschaft*. MAK – und BAT – Werte-Liste (List of MAK and BAT values): Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. 35. Mitteilung der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Germany, pp. 207.

FERGUNSON, N. S., GATES, R. S., TARABA, J. L., CANTOR, A. S., PESCATORE, A. S. FORD, M. J., BURNHAM, D. J. 1998. The effect of crude protein on growth, ammonia concentration, and litter composition in broilers. *Poult. Sci.* 77: 1481-1487.

FREMAN, B. M., 1965. The relationship between oxygen consumption, body temperature and surface area in the hatching and young chick. *Br. Poult. Sci.*, 6: 67-72

FOUBER, I. (1979). *Poultry International* 18, 18–20.

GRISHCHENKO, L. (1978), *Poultry breeding* 4, 39–41

HARTUNG, J., 1994a. The effect of the airborne particulate on livestock health and production. In: I. AP Dewi, R. F. E. Axford, I. Fayed, M. Marai, H. Omed (eds): *Pollution in Livestock Production Systems*. CAB International, Wallingford, UK, 55-69.

HARTUNG, J., 1998. Art und Umfang der von Nutztierställen ausgehenden Luftverunreinigungen (Nature and amount of airborne emissions from farm animal houses). *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 105, 209-252.

HELBACKA, N. V., J. L. Casterline and C. J. Smith., 1963. The effect of high CO<sub>2</sub> atmosphere on the laying hen. *Poultry Sci.*, 42: 1082-1084.

HINZ, T., LINKE, S. A Comprehensive Experimental Study of Aerial Pollutants in and Emissions from Livestock Buildings. Part 2: Results. *J. agric. Engng Res.* (1998) 70, 119–129.

HOMIDAN, A. A., ROBERTSON, and PETCHEY, A. M. 1998. Effect of environmental factors on ammonia and dust production performance. *Br. Poult. Sci.*, 39, Suppl. 9-10.

HYSLOP, N. st. G. Effect of the environment on immunity to disease. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT I, 1974. Proceedings of the International Livestock Environment Symposium. American Society of Agriculture Engineers, 1974. p. 383-390.

IVANOV, I.E. Treatment of broiler litter with organic acids. Research in Veterinary Science 2001, 70, 169–173.

JORGE, M.A., MARTINS, N.R.S., RESENDE, J.S. Cama de frango e sanidade avícola – Aspectos microbiológicos e toxicológicos. In: Conferência Apinco, 1997, São Paulo. Anais...p. 24-37.

JURKSCHAT, M.; BURMEISTER, NICHELMANN, 1989. The development of thermoregulation in white beltsville turkeys (*Meleagris gallopavo*) between day 10 and 50. J. Therm. Biol., 14: 83-86.

KAITAZOV, G. & STOYANCHEV, T. (1987) Effect of the gas composition of air on the growth rate of broilers. Veterinary Science 24, 59–63.

LE MÉNEC, M., 1987. La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments d'élevages avicoles. Bull. Inf. Stn Exp. Avicult. Ploufragan, 27, 3-36.

MACARI, Marcos; FURLAN, Renato Luís; GONZALES, Elisabeth, eds. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. ampl. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

MARDAROWICZ, I. (1977) Med. Veter., 33, 692–694.

MARKS, H. L. Sexual dimorphism in early feed and water intake of broilers. Poultry Science, 64:425-428, 1985.

McILROY, S.G., GOODAL, E.A., McMURRAY, C. H., 1987. A contact dermatitis of broilers – epidemiological findings. Avian Path., 16(1):93-105.

MIJS, A. (1999) Environmental consequences of intensive farming. Poultry International 38, 36–38.

MISSION, B. H., 1976. The effect of temperature and relative humidity on the thermoregulatory responses of grouped and isolated neonate chicks. J. Agric. Sci., 86: 35-43.

MOORE. (1996) In: Pre-harvest Intervention Strategies Ed. A. J. Byrd. 71st North-Eastern Conference on Avian Diseases, Blacksburg, Virginia, June 16–18.

MORO, D. **Sistemas de aquecimento para aves.** In: Simpósio Internacional sobre Ambiente e Sistemas de Produção Avícola. 1998, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 193p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 53).

NÃÃS, I. A. Estado da arte no Brasil e prospecção quanto a futuras pesquisas. In: Poluentes Aéreos e ruídos em instalações para produção de animais (Seminário). 10 de Setembro de 2002 – Campinas, São Paulo Brasil, 2002.

NÃÃS, I. A. Avaliação dos sistemas de condicionamento térmico para frangos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4, 2000, Goiânia. Anais...Goiânia, 2000. p. 135-144.

NADER, A. S.; BARACHO, M. S.; NÂAS I. A ; SAMPAIO, C. A. P. Avaliação da qualidade do ar em creche de suínos. In: seminário: Poluentes Aéreos e ruídos em instalações para produção de animais. p 49 – p56. Setembro de 2002 – Campinas, São Paulo.

NI, J. Q. 1998. Emmission of carbon dioxide and ammonia from mechanically ventilated pig house. Ph.D. Thesis. Department of Agriculture Engineering, Catholic University of Leuven. Leuven, Belgium. 227 p.

NIOSHI Pocket Guide to Chemical Hazard (Carbon Dioxide). Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0103.html> Consultado em 25/05/2004.

NORTH, M. O., 1972. Commercial chicken production manual. The Avi Publishing Company Westport, Connecticut: 136-138.

NATIONAL RESEACH COUNCIL. Nutrient requiriments of poultry. Nutrient requirements Domestic Animals. Ninth Revised Edition. National Academy Press. Washington D.C., 1994.

OENEMA, O., A. BANNINK, S.G. SOMMER, and L. VELTHOF. 2001. Gaseous nitrogen emissions from livestock farming systems. Pp 255-289 in Nitrogen in the Environment: Source, Problems and Management, R.F. Follett, and J.L. Hatfield, Eds. Elsevier. 520 pp.

PATTERSON, P. H., LORENZ, E. S., WEAVER, W. D., SCHWARTZ, J. H. 1998. Litter production and nutriens from commercial broilers-chickens. J. App. Poult. Res., 7: 247-252.

PAYNE, C.G., 1967. Factors Influencing environmental temperature and humidity in intensive broiler houses during the post-brooding period. Br. Poult. Sci., 8: 101-118.

PESTI, G.M., AMATO, S.V., MINEAR, L.R. Water consupcion of broiler chickens under commercial conditions. Poultry Science, 64:803-808, 1985.

REECE, F. N., LOTT, B. D. and DEATON, J. W., 1980. Ammonia in the atmosphere during brooding affect performance of broiler chikens. Poult. Sci 59:486-488.

ROMIJN C. and LOCKORST, 1964. Physiological aspects of ventilation in poultry houses. II European poultry conference, Bologna, Italy.

RONCHI, C. **Principais Práticas De Manejo Para Aves Recém Nascidas**. In: Aveworld Dez/Jan de 2004.

ROSS BREEDERS, 1996. Producing quality broiler meat. Ross broiler management manual. Ross Breeders Limited, Midlothian, UK.

ROSS POULTRY, 1998. Lohmann Brown management guide. Ross Poultry Limited, Woodhall Spa, UK.

SAINSBURY, D. W. B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J.A. Environmental aspects of housing for animal production. Butterworths, v. 24, p. 439-454, 1981.

SAVORY, C. J., 1995. Broiler welfare: problems and prospects. In: Ellendorf, F., E. Decuypere, D. Demeyer, F. Leenstra and Pym, (eds.), Special edition of the OECD-Workshop "Growth and quality in broiler production", Celle, Germany, 7<sup>th</sup> – 9<sup>th</sup> June 1994. Arch. Geflügelk.: 48-52.

SHANAWANY, M. M., 1992. Influence of litter water-holding capacity on broiler weight and carcass quality. Arch. Geflügelk., 56: 177-179.

SHANE, S. M. (1998) Litter conditioning gains favour in the USA. Poultry International 37, 42–43.

TERZICH M., QUARLES, C., GOODWIN, M. A., BROWN, J., 1998. Effect of poultry Litter Treatment (PLT) on death due to ascites in broilers. Avian Dis. 42: 385-387.

TORREIRA; R.P. Salas limpas: projeto, instalação e manutenção. São Paulo: Hemus, s.d. p.318.

VALENTINE, H., 1964. A study on the effect of different ventilation rates in the ammonia concentration in the atmosphere of broiler house. Br. Poult. Sci., 5: 149-159.

VAN BEEK, G., BEEKING, F.F.E. A simple steady state model of the distribution of vertical temperature in broilers houses without internal air circulation. Poultry Science, 36:341-356, 1995.

VERSTEEGEN, M., TAMMINGA, S., GEERS, R., 1994. The effect of gaseous pollutants on animals. In I. AP Dewi, R. F. E. Axford, I. Fayed, M. Marai, H. Omed (eds.): Pollution in Livestock Production Systems. CAB International, Wallingford, UK, pp. 71-79.

WATHES, C. M., HOLDEN, M. R. SNEATH, R. W., WHITE, R. P., PHILLIPS, V. R. 1997. Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous-oxide, carbon-dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. Br. Poult. Sci. 38: 14-28.

WATHES, C. M., 1998. Aerial emissions from poultry production. World Poult. Sci. J., 54:241-251.

WEAVER, W. D., MEIJERHOF, R., 1991. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. Poult. Sci., 70:746-755.

WHATES, C. M. Strive for clean air in your poultry house. **World Poultry**, v.15, n.3, 1999. p. 17-19.

WHEELER, E.F., J.L. SMITH, R.M. HULET. 2000a. Ammonia volatilization from litter during nine broiler flocks. In: Air pollution from Agricultural Operations, Proceedings of the second International Conference. 25-32. Des Moines, Iowa, October 9-11. ASAE.

WILSON, W. O. and W. H. EDWARDS, 1950. Temperature, Oxygen and Carbon Dioxide inside chick boxes at various room temperatures. Poultry Sci., 29:852-857.